

Estuda FQ

Professor Marco Pereira



www.estudafq.pt



96 310 99 94

Resumo de Física 10.º ano

Unidade 1 – 1.1

Resumo F1.1 n.º 1

Unidade 1: Energia e sua conservação. / 1.1. Energia e movimentos.

1.1.1. Energia e tipos fundamentais de energia. Energia interna.

1.1.2. Sistema mecânico redutível a uma partícula.

1.1.3. Transferências de energia por ação de forças. Trabalho de uma força constante.

1.1.4. Trabalho do peso.

1.1.5. Teorema da Energia Cinética (ou Lei do Trabalho-Energia)

1.1.6. Forças conservativas e não conservativas.

1.1.7. Trabalho do peso, variação da energia potencial gravítica e energia potencial gravítica.

1.1.8. Energia mecânica, forças conservativas e conservação da energia mecânica.

1.1.9. Forças não conservativas, variação da energia mecânica e dissipação de energia.

1.1.10. Potência, energia dissipada e rendimento.

1.1.1. Energia e tipos fundamentais de energia. Energia interna.

Todos os sistemas possuem energia. Existem apenas dois tipos fundamentais de energia (energia cinética e energia potencial)

Energia cinética (E_c) – energia associada ao estado de movimento de um corpo ou partícula. Unidade do SI: Joule (J)

$E_c = \frac{1}{2}mv^2$	E_c – Energia cinética, J m – massa do corpo, Kg v – velocidade do corpo, m s ⁻¹
-------------------------	---

Para a mesma massa:

- Maior velocidade → Maior energia cinética

Para a mesma velocidade:

- Maior massa → maior energia cinética

Energia potencial (E_p) – energia associada à interação entre os corpos (partículas) que constituem o sistema e que interagem por ação de forças.

Unidade do SI: Joule (J)

Energia potencial

Gravítica	Elástica	Elétrica
-----------	----------	----------

Quando existem forças gravíticas entre os corpos Ex: Corpo + Terra	Quando existem forças elásticas entre corpos. Ex. corpo + mola	Quando existem forças elétricas entre os corpos ou partículas com carga elétrica. Ex: núcleo + eletrão
---	---	---

Energia interna (E_i) – quantidade de energia que um sistema possui a nível microscópico. Resulta dos dois tipos fundamentais de energia associados aos seus constituintes, energia cinética interna e energia potencial interna das partículas que constituem o sistema.

$$\text{Energia interna} = \text{Energia cinética das partículas do sistema} + \text{Energia potencial associadas às interações entre as partículas}$$

A energia cinética interna varia com a temperatura:

- Maior temperatura → maior agitação das partículas → Maior energia cinética interna

A energia potencial interna varia com o número de partículas constituintes do sistema:

- Maior quantidade de partículas → Maior interação entre as partículas → maior energia potencial interna

1.1.2. Sistema mecânico redutível a uma partícula.

Tendo em conta as transferências e transformações de energia que podem ocorrer num sistema, estes podem ser mais ou menos complexos. Quando se pretende apenas estudar o movimento de um sistema físico, não tendo em contas as variações da energia interna, o sistema físico em estudo designa-se por **sistema mecânico**.

A energia total do sistema (Energia mecânica, E_m) depende da sua energia cinética, E_c , e da sua energia potencial, E_p . Assim:

$$E_m = E_c + E_p$$

O **modelo do centro de massa** (modelo da partícula material) é um modelo simples que permite estudar o movimento de um sistema mecânico quando:

- As variações da energia interna são desprezáveis;
- O sistema é um sólido indeformável apenas com movimento de translação (todos os pontos do sistema movem-se com a mesma velocidade),

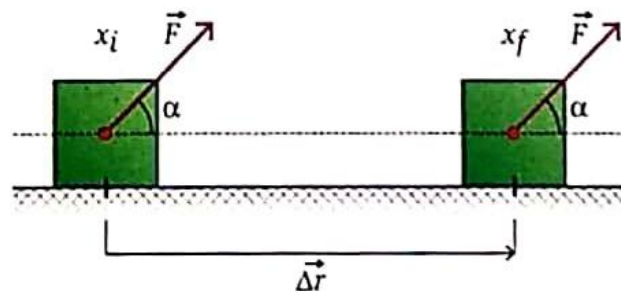
No entanto, este modelo apresenta algumas limitações:

- Não tem em conta variações de energia interna;
- Não permite o estudo de deformações do sistema e de movimento de rotação.

1.1.3. Transferências de energia por ação de forças. Trabalho de uma força constante.

Trabalho de uma força (W) – grandeza que mede a energia transferida por ação de forças. A unidade do SI é o **Joule (J)**

Quando se empurra um bloco da posição inicial (x_i) para a posição final (x_f), ao longo de uma superfície horizontal, por ação de uma força $\vec{F}$, de intensidade constante, o bloco adquire energia cinética.



Movimento de um corpo ao longo de uma superfície horizontal por ação de uma força $\vec{F}$.

Nesta situação, existe transferência de energia como trabalho (W), para o bloco, por uma força constante, $\vec{F}$, que pode ser calculada pela expressão:

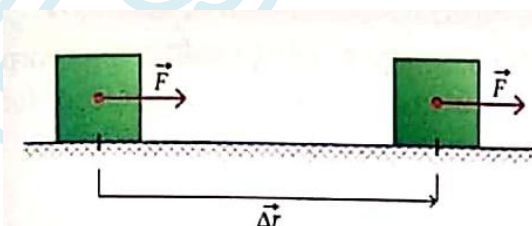
$W = \vec{F} \Delta \vec{r} \cos \alpha$	$ \vec{F} $ – Intensidade da força $\vec{F}$, N
	$ \Delta \vec{r} $ – Deslocamento do ponto de aplicação da força, m
	α – Ângulo entre as direções da força e do deslocamento, grau

O trabalho realizado por uma força depende da intensidade da força aplicada, do deslocamento efetuado e do ângulo existente entre a força e o deslocamento.

Existem situações em que uma força não realiza trabalho. Isto verifica-se quando:

- O corpo não se move;
- A força aplicada é perpendicular ao deslocamento do corpo.

Situação 1:

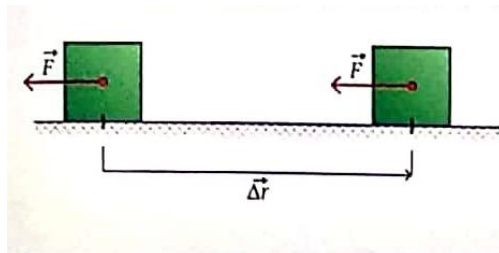


$$\alpha = 0^\circ \Rightarrow \cos(0^\circ) = 1$$

$$W_{\vec{F}} = |\vec{F}| |\Delta \vec{r}| \cos(0^\circ) = \frac{|\vec{F}| |\Delta \vec{r}|}{>0J}$$

↓

$$W_{\vec{F}} > 0 J \Rightarrow \text{Trabalho potente}$$

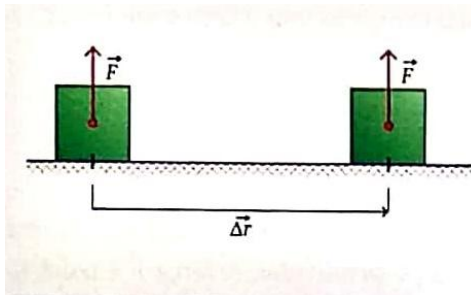
Situação 2:

$$\alpha = 180^\circ \Rightarrow \cos(180^\circ) = -1$$

$$W_{\vec{F}} = |\vec{F}| |\Delta\vec{r}| \cos(180^\circ) = -|\vec{F}| |\Delta\vec{r}| < 0 \text{ J}$$

↓

$$W_{\vec{F}} < 0 \text{ J} \Rightarrow \text{Trabalho resistente}$$

Situação 3:

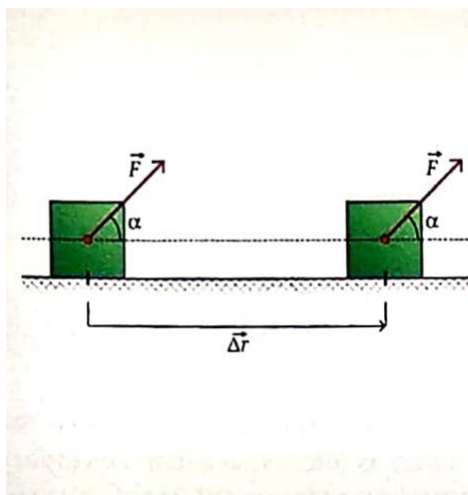
$$\alpha = 90^\circ \Rightarrow \cos(90^\circ) = 0$$

$$W_{\vec{F}} = |\vec{F}| |\Delta\vec{r}| \cos(90^\circ) = 0 \text{ J}$$

↓

$$W_{\vec{F}} = 0 \text{ J} \Rightarrow \text{Trabalho nulo}$$

Não existe transferência de energia sob a forma de trabalho.

Situação 4:

$$\text{Se } 0^\circ < \alpha < 90^\circ \Rightarrow \cos \alpha > 0$$

↓

$$W_{\vec{F}} > 0 \text{ J} \Rightarrow \text{Trabalho potente}$$

Ocorre transferência de energia sob a forma de trabalho da vizinhança para o sistema.

$$\text{Se } 90^\circ < \alpha < 180^\circ \Rightarrow \cos \alpha < 0$$

↓

$$W_{\vec{F}} < 0 \text{ J} \Rightarrow \text{Trabalho resistente}$$

Ocorre transferência de energia sob a forma de trabalho do sistema para a vizinhança.

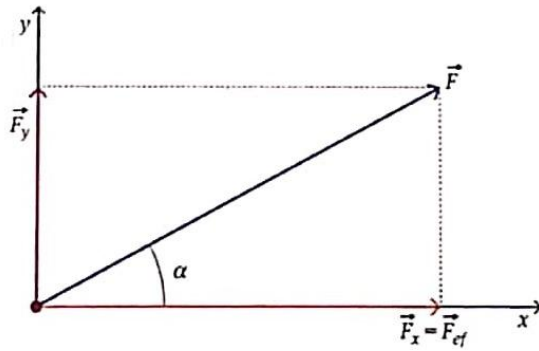
Nas situações 1 e 2, como a força aplicada tem a direção do movimento, **a transferência de energia sob a forma de trabalho é máxima.**

Na situação 3, como a força aplicada faz um ângulo de 90° com a direção do deslocamento, **não ocorre transferência de energia sob a forma de trabalho.**

Na situação 4, a transferência de energia não será máxima pois a força aplicada no corpo não tem a direção do movimento. Esta **transferência será tanto maior quanto maior for a componente de força na direção do deslocamento.**

FORÇA EFICAZ

Força eficaz ($\vec{F}_{ef}$) – componente da força na direção do deslocamento.



$$\vec{F}_x = \vec{F} \cos \alpha$$

$$|\vec{F}_x| = |\vec{F}| \cos \alpha$$

$$\vec{F}_y = \vec{F} \sin \alpha$$

$$|\vec{F}_y| = |\vec{F}| \sin \alpha$$

Se a direção do eixo dos xx coincidir com a direção do deslocamento:

- a força $\vec{F}_x$ terá direção do deslocamento ($\vec{F}_{ef}$)
- a força $\vec{F}_y$ ser-lhe-á perpendicular.

$$\text{A força } \vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$$

Assim,

$$W_{\vec{F}} = W_{\vec{F}_x} + W_{\vec{F}_y}$$

Como $W_{\vec{F}_y} = 0 \text{ J}$, então:

$$W_{\vec{F}} = W_{\vec{F}_x}$$

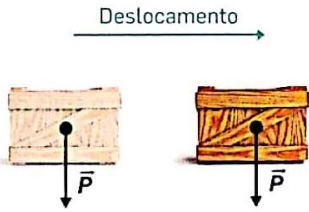
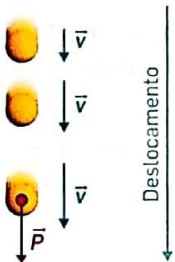
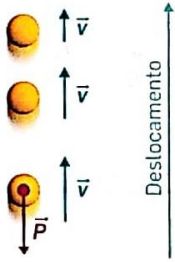
O trabalho de uma força é igual ao trabalho da sua componente eficaz.

Quando várias forças atuam num corpo em movimento de translação, o trabalho realizado é igual à soma dos trabalhos realizado por todas as forças que atuam no corpo, ou seja, é igual ao trabalho da força resultante desse sistema de forças ($W_{\vec{F}_R}$).

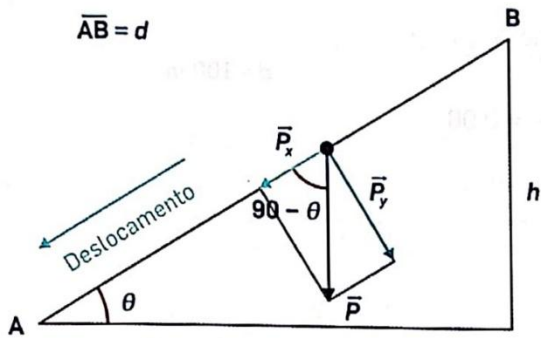
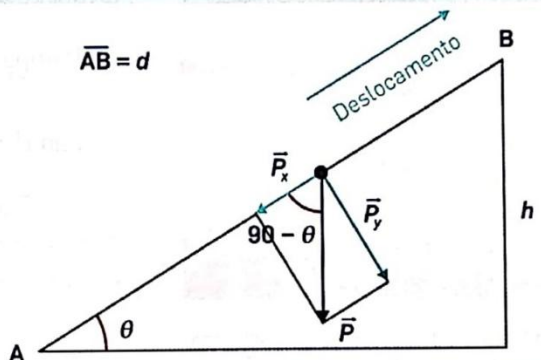
1.1.4. Trabalho do peso

A força gravítica ou peso, $\vec{P}$, é exercida pela Terra sobre todos os corpos em seu redor. Vamos determinar o trabalho desta força em trajetórias retilíneas lembrando que o valor do peso de um corpo se calcula a partir do produto da massa, m , pela aceleração gravítica, g :

$\vec{P} = m \vec{g}$ em módulo: $P = m g$	P – Intensidade do vetor peso, N m – massa do corpo, Kg g – Aceleração gravítica, m s⁻² com $g = 9,8 \text{ m s}^{-2} \approx 10 \text{ m s}^{-2}$
--	---

Trajetória retilínea horizontal	Trajetória retilínea vertical	
	Descida de uma altura h	Subida a uma altura h
 $W_{\vec{P}} = P d \cos 90^\circ = 0$ $W = 0$ Trabalho nulo	 $W_{\vec{P}} = P d \cos 0^\circ$ como $d = h$ e $P = mg$ $W_{\vec{P}} = mgh$ Trabalho potente	 $W_{\vec{P}} = P d \cos 180^\circ$ como $d = h$ e $P = mg$ $W_{\vec{P}} = -mgh$ Trabalho resistente

Calcular o trabalho do peso quando o corpo desce ou sobe uma rampa (plano inclinado).

Trabalho do peso no deslocamento sobre um plano inclinado	
Descida: a componente eficaz tem o sentido do deslocamento	Subida: a componente eficaz tem sentido oposto ao do deslocamento
 $W_{\vec{P}} = P_x d \cos 0^\circ$ como $P_x = mg \sin \theta$ $W_{\vec{P}} = mg d \sin \theta$ ou $W_{\vec{P}} = mgh$ (trabalho potente)	 $W_{\vec{P}} = P_x d \cos 180^\circ$ como $P_x = mg \sin \theta$ $W_{\vec{P}} = -mg d \sin \theta$ ou $W_{\vec{P}} = -mgh$ (trabalho resistente)

Trabalho do peso

- É sempre potente quando o corpo desce: $W_{\vec{P}} = mgh$
- É sempre resistente quando o corpo sobe: $W_{\vec{P}} = -mgh$

Estas expressões são válidas quer o corpo se mova verticalmente ou sobre uma rampa sendo h o desnível entre a posição mais alta e a mais baixa.

Significado de uma inclinação de 6%

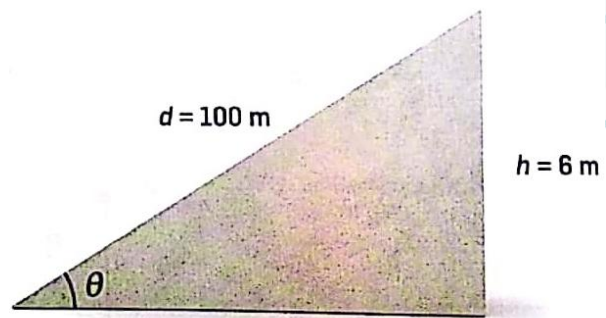
Significa que, para subirmos (ou descermos) 6 m em altura, teremos de percorrer 100 m sobre a estrada.

Este valor não é mais do que o **seno do ângulo da inclinação da rampa expresso em percentagem**:



Rampa com 6% de inclinação:

$$\sin \theta = \frac{h}{d} = \frac{6}{100} = 0,06$$



1.1.5. Teorema da Energia Cinética (ou Lei do Trabalho-Energia)

Teorema da energia cinética – o trabalho realizado pela resultante das forças que atuam, durante um certo intervalo de tempo, num sistema, é igual à variação da energia cinética da partícula, nesse intervalo de tempo:

$$W_{\vec{F}_r} = \Delta E_C$$

$$W_{\vec{F}_r} = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2$$

Pela análise do teorema, verifica-se que:

- $W_{\vec{F}_r} > 0 \Rightarrow \Delta E_C > 0 \Rightarrow E_{Cf} > E_{Ci}$

O sistema **recebe energia** $\Rightarrow$ a velocidade **aumenta**

- $W_{\vec{F}_r} < 0 \Rightarrow \Delta E_C < 0 \Rightarrow E_{Cf} < E_{Ci}$

O sistema **cede energia** $\Rightarrow$ a velocidade **diminui**

- $W_{\vec{F}_r} = 0 \Rightarrow \Delta E_C = 0 \Rightarrow E_{Cf} = E_{Ci}$

A energia do sistema não **varia** $\Rightarrow$ a velocidade mantém-se **constante**.

1.1.6. Forças conservativas e não conservativas.

Força conservativa – o trabalho realizado por este tipo de força numa partícula que se move entre duas posições é independente da trajetória efetuada entre essas posições e nula quando a partícula se move numa qualquer trajetória fechada, voltando à posição inicial. Exemplos: Peso e força elétrica.

Força não conservativa – o trabalho realizado por este tipo de força depende da trajetória efetuada pela partícula onde está a ser aplicada a força. Exemplos: força de atrito.

Peso ou força gravítica – a força gravítica ou peso ($\vec{P}$) é a força que a Terra exerce em todos os corpos, atraindo-os para a sua superfície.

A intensidade do peso pode ser calculada pela expressão: $P = m \times g$

1.1.7. Trabalho do peso, variação da energia potencial gravítica e energia potencial gravítica.

A **energia potencial gravítica** de um sistema corpo + Terra em qualquer ponto é determinado pela expressão:

$E_{pg} = m g h$	m – Massa do corpo, Kg g – Aceleração gravítica, m s⁻² h – Altura a que o corpo se encontra em relação a um nível de referência, m
------------------	--

De acordo com esta expressão, a **energia potencial gravítica** de um sistema corpo + Terra:

- Será tanto maior quanto maior for a massa do corpo;
- Será tanto maior quanto maior for a altura, h, a que se encontra o centro de massa do corpo;
- Depende da aceleração gravítica.

Teorema da energia potencial – o trabalho realizado pela força gravítica é simétrico da variação da energia potencial gravítica do sistema corpo + Terra.

$$W_{\vec{P}} = -\Delta E_{pg}$$

Esta relação verifica-se qualquer que seja o tipo de movimento ou trajetória de um corpo. Permite concluir que:

- Num movimento ascendente:

$$h_f > h_i \rightarrow E_{pg} \text{ aumenta} \rightarrow \Delta E_{pg} > 0 \rightarrow W_{\vec{P}} < 0$$

- Num movimento descendente:

$$h_f < h_i \rightarrow E_{pg} \text{ diminui} \rightarrow \Delta E_{pg} < 0 \rightarrow W_{\vec{P}} > 0$$

Sendo o peso uma força conservativa, e uma vez que o trabalho realizado por este tipo de forças depende apenas das posições inicial e final, pode-se generalizar e afirmar que:

$$W_{\vec{F}_{conservativas}} = -\Delta E_{pg}$$

1.1.8. Energia mecânica, forças conservativas e conservação da energia mecânica.

Quando um corpo possui energia associada ao seu movimento de translação (E_c) e energia associada às interações do sistema corpo + Terra (E_{pg}), a **energia mecânica (E_m)** do sistema determina-se como:

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2} m v^2 + m g h$$

Num sistema em que atuam apenas forças conservativas ou sistemas em que, para além destas, atuam também forças não conservativas que não realizam trabalho, segundo o teorema da energia cinética:

$$W_{\vec{F}_{conservativas}} = W_{\vec{F}_R} = \Delta E_c$$

Como $W_{\vec{F}_{conservativas}} = -\Delta E_{pg}$, então $\Delta E_c = -\Delta E_{pg}$

$$\Delta E_c + \Delta E_{pg} = 0 \Rightarrow \Delta E_m = 0$$

Lei da conservação da energia mecânica

Se num sistema só atuarem forças conservativas ou se atuarem forças não conservativas cujo trabalho seja nulo:

$$E_m = \text{constante} \Leftrightarrow E_c + E_{pg} = \text{constante}$$

A aplicação desta lei permite relacionar a altura e a velocidade de um corpo em várias posições quando se despreza o efeito do atrito e da resistência do ar.

1.1.9. Forças não conservativas, variação da energia mecânica e dissipação de energia.

Se atuarem forças conservativas e forças não conservativas, o trabalho total será a soma dos trabalhos destes dois tipos de forças:

$$W_{\vec{F}_R} = W_{\vec{F}_{conservativas}} + W_{\vec{F}_{n\tilde{a}o\ conservativas}}$$

Pelo teorema da energia cinética:

$$\Delta E_c = W_{\vec{F}_R} = W_{\vec{F}_{conservativas}} + W_{\vec{F}_{n\tilde{a}o\ conservativas}}$$

E pelo teorema da energia potencial gravítica: $W_{\vec{F}_{conservativas}} = -\Delta E_{pg}$

$$\Delta E_c + \Delta E_{pg} = W_{\vec{F}_{n\tilde{a}o\ conservativas}}$$

$$\Delta E_m = W_{\vec{F}_{n\tilde{a}o\ conservativas}}$$

Se existirem forças não conservativas a realizar trabalho, a energia mecânica variará, ou seja, deixa de ser constante.

- Quando $W_{\vec{F}_{\text{não conservativas}}} < 0J \rightarrow \Delta E_m < 0 \rightarrow E_m \text{ diminui}$
- Quando $W_{\vec{F}_{\text{não conservativas}}} > 0J \rightarrow \Delta E_m > 0 \rightarrow E_m \text{ aumenta}$

Quando a energia mecânica diminui, diz-se que há **dissipação de energia**. As forças não conservativas que provocam essa diminuição, ou seja, que realizam um trabalho negativo, denominam-se **forças dissipativas**.

Quanto maior for o trabalho das forças dissipativas, em módulo, maior será a diminuição da energia mecânica e, consequentemente, maior será a energia dissipada

$$E_{\text{dissipada}} = |\Delta E_m|$$

No entanto, a existência de forças dissipativas nem sempre é prejudicial. Por exemplo, na prática de paraquedismo, a resistência do ar ($\vec{R}_{ar}$) tem sempre sentido oposto ao movimento, realiza um trabalho negativo, e provoca a diminuição da energia mecânica.

É por esta razão que os paraquedistas chegam ao solo com uma velocidade relativamente baixa, torando assim, possível a prática do paraquedismo na Terra.

1.1.10. Potência, energia dissipada e rendimento.

Potencia (P) – corresponde à energia transferida por unidade de tempo. Mede a rapidez que a energia é transferida. A sua unidade do SI é o **watt (W)**

$P = \frac{E}{\Delta t}$	E – Energia transferida, J Δt – intervalo de tempo no qual ocorreu a transferência de energia, s P – Potência, W
--------------------------	---

Quando num sistema atuam forças dissipativas, parte da energia transferida vai ser dissipada.

A dissipação de energia é um processo que não se consegue evitar, pois não existem sistemas mecânicos ideais, um vez que é praticamente impossível eliminar as forças dissipativas.

$$E_{\text{total}} = E_{\text{útil}} + E_{\text{dissipada}}$$

O **rendimento** (η) mede a eficiência de um processo de transformação ou transferência de energia. Pode ser calculado pelas expressões:

$$\eta(\%) = \frac{E_{\text{útil}}}{E_{\text{total}}} \times 100$$

e

$$\eta(\%) = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{total}}} \times 100$$

Num sistema mecânico real, $\eta < 100\%$, porque há sempre dissipação de energia.

Quanto maior for o rendimento de um sistema, maior é a quantidade de energia útil que ele produz e, conseqüentemente menor será a energia dissipada → processo mais eficiente.