

## Energia e Trabalho, Conservação de Energia

### 1- Energia e sua transformação

O termo Energia incorporou-se, em caráter definitivo, ao cotidiano das pessoas. Este é o reconhecimento de que o consumo de energia determina, e muito, o padrão de vida dos habitantes da Terra. Ter energia à disposição, sob as mais diversas formas, é uma condição necessária para o desenvolvimento econômico e social de um país.

O homem utiliza energias de diferentes formas para realizar as mais diversas tarefas. Por exemplo, ele se beneficia da energia muscular animal para tracionar carroças e arados. Utiliza energia elétrica para uma infinidade de afazeres, além do uso na iluminação ambiental. Utiliza energia proveniente de combustível fóssil, o petróleo, para facilitar a sua locomoção. Além disso, usa energia química no seu organismo para manter as funções vitais; o alimento por ele ingerido proporciona uma reserva energética estrategicamente armazenada para que possa ser utilizada quando necessário. Hoje em dia, são também utilizadas energia eólica (vento), energia solar (por exemplo, em células solares) e energia nuclear em tratamentos médicos, diagnósticos, esterilização de material cirúrgico, para citar apenas parte do seu uso pacífico.

Energia é, portanto, a mola propulsora do desenvolvimento, do progresso. Por isso, a relevância de programas de geração e conservação de energia. A busca por fontes alternativas de energia será perene.

### 2- Energia mecânica

Na Mecânica são introduzidos os conceitos de energia cinética, que é relativa ao movimento, e energia potencial, que é relativa à posição. A energia é uma grandeza escalar.

Para uma partícula de massa  $m$  e velocidade  $v$ , a sua energia cinética é dada pela expressão:

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

Note-se que quanto maior for a velocidade e a massa de um objeto tanto maior será a sua energia cinética. Esta expressão está muito de acordo com a nossa experiência cotidiana. Sabemos que um carro em movimento pode realizar

tarefas, algumas delas absolutamente desnecessárias, tais como derrubar postes, derrubar muros ou deformar laterais de outros carros. O estrago provocado em acidentes é tanto maior quanto maior a velocidade do veículo. Uma jamanta, por outro lado, por ter uma massa maior do que um automóvel é capaz de fazer mais estragos do que este (à mesma velocidade).

Existe uma forma de energia, muito importante na Mecânica e em outras áreas da Física Clássica, que depende da posição. Ou seja, esta energia (esta forma de energia) depende do ponto onde o móvel está localizado. Por essa razão esta energia é denominada Energia Potencial (energia de posição).

O que faz uma partícula possuir energia pelo simples fato de ele ocupar uma certa posição no espaço? A resposta é bastante simples. Esta forma de energia surge como resultado da interação entre os objetos. Em outras palavras, a energia potencial está intimamente ligada à existência de forças. Mais precisamente, a energia potencial resulta sempre de alguma força (ou interação) que lhe deu origem.

Energia Potencial  $\Rightarrow$  Força

No entanto, nem todas as forças dão origem a essa forma de energia (Energia Potencial). Algumas forças (como as forças de atrito), ao invés de gerarem energia, acabam dissipando, isto é, consumindo, energia.

No mundo físico, classificamos assim as forças em duas grandes categorias: Forças Conservativas  $\Rightarrow$  as quais dão origem a alguma forma de energia potencial

Forças Não conservativas  $\Rightarrow$  não podemos associar a elas a energia potencial.

#### **Exemplos de Forças Conservativas:**

Força Gravitacional	$\Rightarrow$	Energia Potencial Gravitacional
Força Elétrica	$\Rightarrow$	Energia Potencial Eletrostática
Força Elástica	$\Rightarrow$	Energia Potencial Elástica

#### **Exemplos de Forças não conservativas:**

Forças de atrito e Forças viscosas num fluido

### 3- Trabalho e energia cinética

Como vimos, a energia é utilizada para realizar diferentes afazeres. Em Física, dizemos que a energia é utilizada para realizar trabalho. Trabalho pode também ser definido em termos da força aplicada a um corpo e do deslocamento a ele transmitido. O trabalho, assim como a energia, é uma grandeza escalar.

Pode-se mostrar que o trabalho realizado por uma força  $F$  para deslocar um corpo de um ponto A a um ponto B,  $W_{A \rightarrow B}$ , é a diferença de energia cinética do corpo nos pontos A e B.

$$W_{A \rightarrow B} = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$$

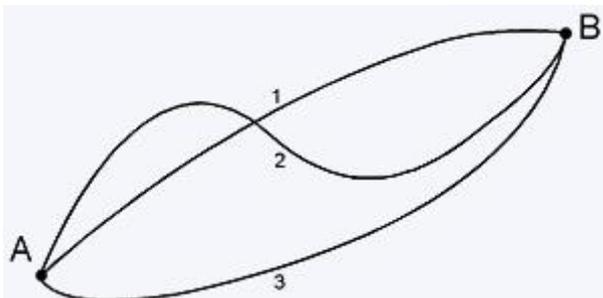
onde  $m$  é a massa do corpo  $v_A$  e  $v_B$ , os módulos da sua velocidade nos pontos A e B, respectivamente.

### 4- Trabalho e energia potencial

Pode-se também relacionar trabalho realizado por uma força com energia potencial.

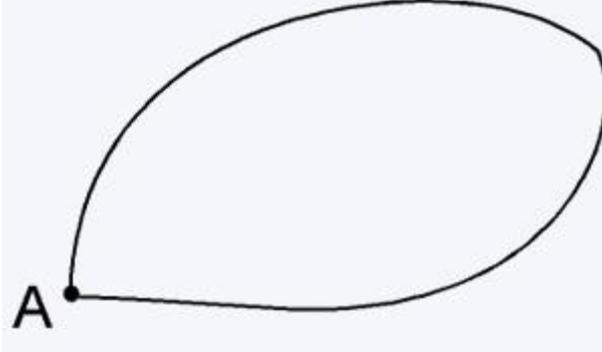
Tendo em vista a existência de duas categorias de forças, podemos nos perguntar sobre a forma de distingui-las. Novamente aqui utilizamos o conceito de trabalho.

Consideremos o deslocamento de uma partícula de um ponto A para um ponto B do espaço.



Existem infinitas maneiras de irmos de um ponto A até o ponto B. Podemos utilizar infinitos caminhos (ou seja, trajetórias), por exemplo, pelos caminhos 1, 2 ou 3 da figura. Dizemos que uma força é conservativa se o trabalho realizado pela força não depender do caminho utilizado para irmos de A até B.

Outra definição equivalente a essa é dizer que uma força é conservativa quando, para um caminho fechado qualquer (isto é, indo de A até A), o trabalho é nulo.



Já vimos que uma força é conservativa se o trabalho realizado no percurso de A até B só depende dos pontos A e B. Como os pontos A e B têm posição  $r_A$  e  $r_B$ , escrevemos matematicamente:

$$W_{A \rightarrow B} = \varphi(r_A) - \varphi(r_B)$$

onde  $\varphi(r_A)$  é uma função de  $r_A$  (isto é, depende de  $r_A$ ) e é a energia potencial em A, e  $\varphi(r_B)$  é a mesma função calculada B (de coordenada  $r_B$ ) e é a energia potencial em B.

Note-se que essa condição leva naturalmente a

$$W_{A \rightarrow B} = \varphi(r_A) - \varphi(r_B) = 0$$

O fato de que  $W_{A \rightarrow A}$  deve se anular explica a razão para o sinal "menos" na equação  $W_{A \rightarrow B} = \varphi(r_A) - \varphi(r_B)$ .

A função  $\varphi(r)$  é a função Energia Potencial.

## 5- Energia mecânica e sua conservação

Vimos que o trabalho é uma medida da variação da energia cinética, isto é,

$$W_{A \rightarrow B} = \frac{mb_B^2}{2} - \frac{mb_A^2}{2}$$

Portanto, se considerarmos as duas expressões sobre o trabalho realizado entre A e B, podemos escrever para forças conservativas as identidades:

$$W_{A \rightarrow B} = \frac{mb_B^2}{2} - \frac{mb_A^2}{2} = \varphi(r_A) - \varphi(r_B)$$

ou

$$\frac{mb_B^2}{2} + \varphi(r_B) = \varphi(r_A) + \frac{mb_A^2}{2}$$

À soma da energia potencial e da energia cinética damos o nome de Energia Mecânica.

$$E_{mecanica} = \frac{mv^2}{2} + \varphi(r)$$

Como na expressão acima os pontos A e B são arbitrários, concluímos que ele vale para qualquer ponto. Donde concluímos:

**A energia mecânica é conservada**

Naturalmente, o resultado acima só faz sentido para forças conservativas. Agora entendemos melhor o que significa uma força ser conservativa. Para essas forças, quando nos deslocamos de um ponto para outro, a energia mecânica se conserva. Isto é, assume o mesmo valor em qualquer ponto do espaço.

### **Outras formas de energia**

A energia total de um sistema fechado (que não interage com outro) é sempre conservada. Isto é, em todos os processos físicos a energia armazenada sob uma forma pode ser convertida em energia de outra forma. A quantidade de energia total é sempre a mesma.

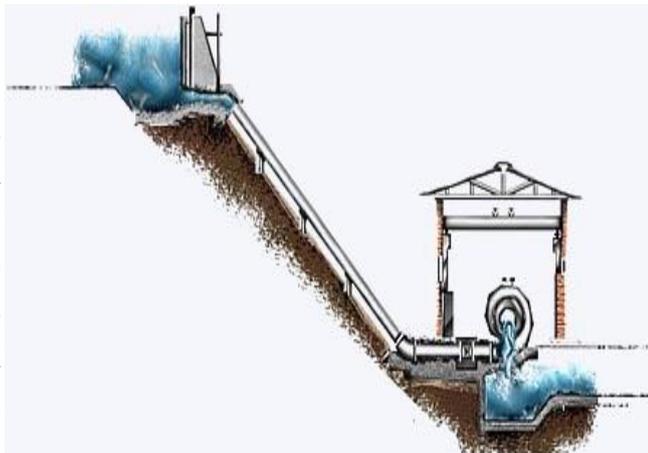
Por energia total entendemos a soma das energias nas diversas formas.

Por exemplo, no caso da força de atrito não existe conservação da energia mecânica porque essa energia é parcialmente dissipada. Parte dela é transformada em calor. Um dos resultados do atrito é produzir aquecimento entre as superfícies em contato. A energia total, isto é, a energia mecânica mais a energia térmica se conservam desde que não haja perda de calor para o exterior.

## 6- Energia e trabalho no cotidiano

### 1. Hidroelétricas

Numa usina hidroelétrica a energia potencial da água armazenada em represa é utilizada para girar turbinas que geram energia elétrica. Nos exemplos práticos do dia-a-dia sempre há perda de energia, porque o sistema não é ideal e não está totalmente isolado.



### 2. Energia Muscular

A energia muscular resulta da transformação das substâncias armazenadas no organismo humano. O açúcar ou a gordura é queimada para fornecer energia aos músculos, causando a contração de alguns e a distensão de outros sob o comando do cérebro, de tal modo que o corpo consiga empurrar, por exemplo, um veículo quebrado.



### 3. Energia solar

O Sol é uma estrela que emite muita energia proveniente de reações nucleares de fusão. Dada a sua temperatura, que na superfície é da ordem de 6000K, a matéria solar é constituída de núcleos e elétrons separados e não átomos. A reação que ocorre na matéria solar é de fusão dos núcleos, isto é, junção dos núcleos, que libera muita energia além de muitas partículas, os raios cósmicos.

#### **4. Energia solar e a fotossíntese**

Uma parte da energia solar é absorvida pelas plantas para sintetizar açúcares a partir de gás carbônico e de água. Esses açúcares são utilizados pelas plantas para produzir flores, frutos, folhas e raízes, fontes de alimentação de animais e homens. Na fotossíntese é produzido ainda oxigênio, purificando assim o ar.



#### **5. Energia solar para aquecimento**

Algumas residências são dotadas de coletores solares planos instalados nos telhados, para o aquecimento parcial da água. Existem também coletores solares côncavos, que fazem a concentração dos raios solares, gerando energia térmica utilizável de diversas maneiras.