

# Energia

Paulo Kitayama



## 1 O Que é Energia?

Energia é algo extremamente importante no estudo de qualquer ciência, sendo comumente observada em situações do cotidiano, como no movimento de um carro através da queima de algum combustível, no uso de um computador através da eletricidade obtida nas usinas hidroelétricas, ou na realização de algum exercício físico utilizando a energia obtida nos alimentos, sempre passando por diversas transformações.

Porém, já passou pela sua cabeça qual a definição desta grandeza? Energia é definida como a propriedade que sempre se conserva no universo, podendo porém ser transferida de um sistema a outro. Nas palavras de Lavoisier, na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.

Energia, fugindo das definições específicas, ou seja, dividir nos tipos de energia, possui várias interpretações que podem vir a ser agradáveis aos seus ouvidos. Por exemplo, a abordagem de um dos livros mais prestigiados entre os estudantes

olímpicos de nível internacional, "Introduction to Classical Mechanics", de David Morin, trata energia simplesmente como uma função matemática que é constante no tempo, considerando o sistema todo o universo.

Outra abordagem interessante para os alunos, e a mais conhecida entre professores e alunos, é a associação da energia a algo "do além". Corpos que possuem velocidade, em um consenso geral, possuem algo relacionado a elas devido a este movimento. Em geral, a principal associação de energia a corpo é em relação a movimento (Ou o potencial destes de passar a se movimentar). Por mais que não seja uma análise tão física, pois não há vestígios dessa energia do além, é algo mais simples de visualizar para a maioria dos alunos.

Veja que é determinante no estudo de energia entender que esta **não é invariante**, ou seja, muda ao alterar o referencial de análise. Isso é importante pois, caso você possua um sistema de energia  $E$ , esse sistema pode perder energia ao longo do tempo para alguma coisa fora do sistema analisado, porém, se você abranger seu sistema para o que o cerca, a energia continuará dentro do sistema.

Porém, em geral, independente de como o aluno se acostuma a ver a energia no mundo, uma coisa é certa: A prática leva a perfeição. Ao se deparar com vários problemas com situações diferentes, você se acostumará com a interpretação de energia e se tornará algo mais natural a se pensar, por mais que seja a grandeza mais difícil de se definir na física. Por ser algo extremamente flexível, o assunto de energia é o com maior variedade de problemas e aplicações, então, deem amor a essa seção, ela vai fazer diferença.

A energia é medida em joule ( $J$ ), e a energia associada a uma força pode ser obtida através do trabalho realizado por esta.

Trabalho é basicamente a energia referente ao deslocamento de um corpo realizado por uma força, sendo definido como:

$$E = \int \vec{F} \cdot d\vec{r} = \vec{F} \cdot \vec{r} = Fd \cos \theta \quad (1)$$

Onde  $\theta$  é o ângulo entre a Força ( $F$ ) e o deslocamento ( $d$ )

## 2 Tipos de Energia

Os tipos de energia mais comumente estudados no nível de sala de aula e de olimpíadas incluem as seguintes:

- **Energia Cinética**

Energia relacionada ao movimento de um corpo, dependendo de sua velocidade

$$E = \frac{mv^2}{2} \quad (2)$$

Onde  $m$  é a massa e  $v$  é a velocidade do corpo.

- **Energia Potencial Gravitacional**

Energia associada à atração gravitacional entre corpos, podendo ser escrita como:

$$E = mgy \quad (3)$$

Onde  $m$  é a massa,  $g$  é a intensidade do campo gravitacional e  $y$  é a altura em relação ao ponto de referência (Onde este tipo de energia é nulo).

- **Energia Potencial Elástica**

Esta energia está presente em molas deformadas, sendo representada por:

$$E = \frac{kx^2}{2} \quad (4)$$

Onde  $k$  é a constante elástica e  $x$  é a deformação da mola.

Existem diversas outras formas de energia, porém estas são as principais estudadas no nível de olimpíadas.

*Obs<sub>1</sub>*: A energia potencial gravitacional pode ser melhor estudada no curso de gravitação, sendo analisada a partir da Lei da Gravitação Universal.

*Obs<sub>2</sub>*: Todas as formas de energia podem ser deduzidas através de integração, utilizando a Equação (1).

### 3 Potência

Potência é outro conceito muito útil na física. Esta é definida como a variação da Energia no tempo, ou:

$$Pot = \frac{dE}{dt} = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

A Potência gerada por uma força se dá através da equação:

$$Pot = \frac{F \Delta x}{\Delta t} = F \left( \frac{\Delta x}{\Delta t} \right) = Fv$$

## 4 Exemplos

### • 1. Montanha Russa (Fuvest - Adaptada)

Em uma montanha russa de trilhos perfeitamente lisos, um carrinho se encontra em repouso no ponto mais alto da trajetória, a uma altura  $h$  do solo, tem que subir um *loop* circular de raio  $\frac{2h}{5}$  que tem início no solo. Encontre a velocidade do carrinho no ponto mais alto do *loop*.

Solução: Sabendo que a energia mecânica se conserva, pode-se utilizar que

$$mgh = mg(2)\left(\frac{2h}{5}\right) + \frac{mv^2}{2}$$

$$mgh\left(1 - \frac{4}{5}\right) = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{5}}$$

### • 2. Trilho (OBF)

Considere um trilho envergado em forma de arco de circunferência com raio igual a  $\mathbf{R}$  instalado verticalmente. No local, a aceleração da gravidade tem módulo  $\mathbf{g}$  e a resistência do ar é desprezível. Supondo-se conhecido o ângulo  $\theta$  que os raios que vão aos pontos  $\mathbf{A}$  e  $\mathbf{B}$  fazem com a vertical, qual deve ser a intensidade da velocidade  $\vec{v}_o$  com que se deve lançar um pequeno objeto do ponto  $\mathbf{O}$ , o mais baixo do trilho, para que ele possa deslizar livremente saltando da extremidade  $\mathbf{A}$  para a extremidade  $\mathbf{B}$ , executando assim um movimento periódico?

Solução: O movimento final é um arco de parábola, tal que o alcance deve ser:

$$A = \frac{v'^2 \sin 2\theta}{g} = 2R \sin \theta$$

$$v'^2 (2 \sin \theta \cos \theta) = 2gR \sin \theta$$

$$v' = \sqrt{\frac{gR}{\cos \theta}}$$

Porém, conservando a Energia Mecânica em **O** e **A**, pode-se perceber que:

$$\frac{mv_o^2}{2} = \frac{mv'^2}{2} + mgR(1 + \cos \theta)$$

$$v_o^2 = v'^2 + 2gR(1 + \cos \theta)$$

$$v_o = \sqrt{(gR)\left(\frac{1}{\cos \theta} + 2(1 + \cos \theta)\right)}$$

### • 3. Mola

Um bloco se encontra no topo de uma montanha de altura  $h$ , quando é empurrado muito lentamente, de forma que incia o movimento de descida sem velocidade inicial. Ao atingir a base da montanha, encontra uma rampa fixa, com ângulo  $\theta$  de inclinação, e uma mola presa ao ponto mais alto desta. Calcule a distensão máxima da mola.

Solução: Podemos conservar a energia mecânica de forma que a distensão máxima da mola se dá quando o bloco se encontra com energia cinética igual a zero,

$$mgh = \frac{kx^2}{2} + mgh'$$

Mas,  $\sin \theta = \frac{h'}{x}$ , logo:

$$mgh = \frac{kx^2}{2} + mgx \sin \theta$$

$$x^2 + \frac{2mgx \sin \theta}{k} - \frac{2mgh}{k} = 0$$

$$x = \frac{-2mg \sin \theta + \sqrt{4(mg \sin \theta)^2 + 8mghk}}{2k}$$