

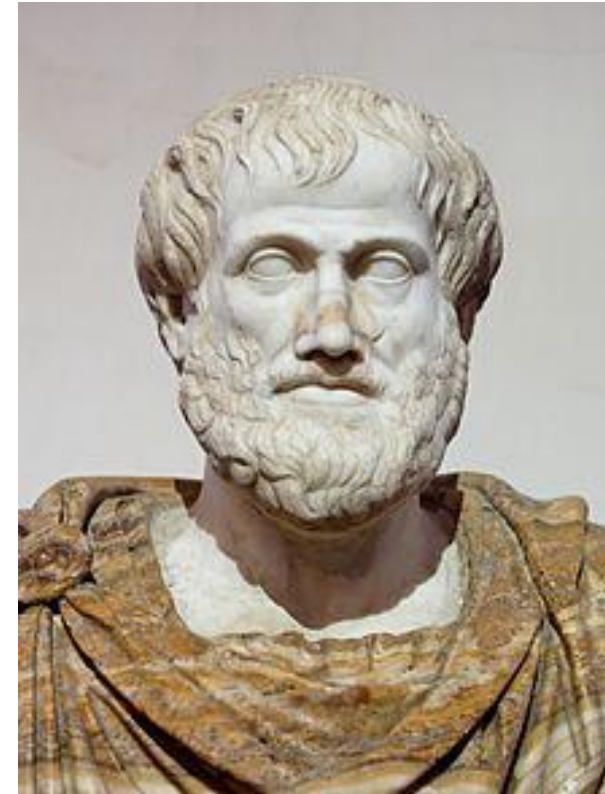
TRABALHO E ENERGIA

História do desenvolvimento do conceito “Energia”

Dicotomia é a divisão de um elemento em duas partes, em geral contrárias, como a noite e o dia, o bem e o mal, o preto e o branco, o céu e o inferno etc. Com origem no grego dikhotomía, uma **dicotomia** indica uma classificação que é fundamentada em uma divisão entre dois elementos.

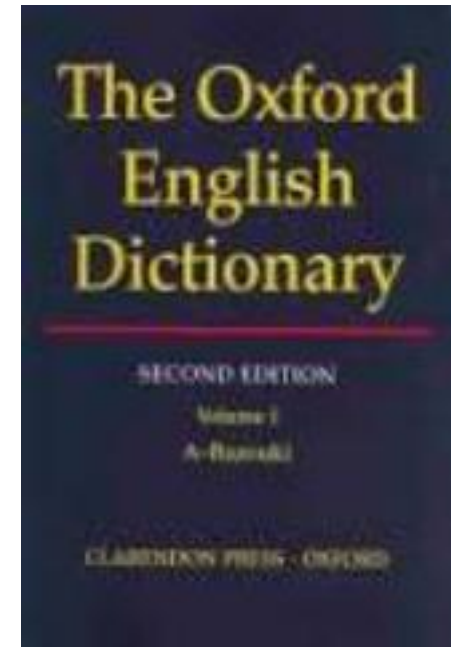
Aristóteles

- Conceitos:
 - Potencialidade e Realização
 - Capacidade
 - Possibilidade de realizar algo
- Palavras: “energeia” e “dynamis”
- Um par de opostos.



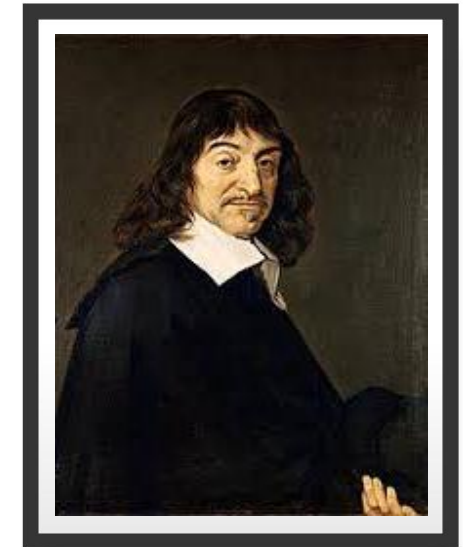
A palavra energia:

- Definição de energia no dicionário Oxford:
- "Força ou vigor de expressão" (1599);
- "Exercício do poder" (1626);
- "Capacidade de produzir um efeito" (1677)



René Descartes em 1644

- Publicou o livro: **Principia Philosophiae** (“Princípios de Filosofia”)
- Todos os fenômenos naturais podem ser deduzidos somente com dois pressupostos cinemáticos fundamentais:
 - - a lei da conservação de [quantidade de] movimento como um conteúdo físico real
 - - e a teoria dos vórtices etéreos.



A Teoria dos Vórtices de Descartes

Em 1644, o filósofo e matemático francês René du Perron Descartes (1596-1650) publicou o livro intitulado **Principia Philosophiae** (“Princípios de Filosofia”), no qual formulou sua **Teoria dos Vórtices** para explicar a gravitação. Para a formulação de sua Teoria da Gravitação, Descartes consideraram que a matéria, embora toda da mesma espécie, fosse constituída dos “elementos gregos” (vide verbetes nesta série) que variavam de tamanhos: as maiores compunham a **terra**, as médias, o **ar**, e as menores, o **fogo**. Todos esses elementos eram agrupados em **vórtices**, em cujo centro ficavam as partículas de **fogo**, que eram rápidas. Ainda para Descartes, no centro de cada **vórtice** formava-se uma estrela. As estrelas, contudo, tinham a tendência a se cobrir com matéria grossa para se constituir em um planeta; se, contudo, este tivesse uma excessiva massa que o fizesse vaguar de um **vórtice** para o outro, ele tornar-se-ia um cometa. Por fim, nesse **modelo cartesiano**, os planetas eram capturados e arrastados por **vórtices** (redemoinhos, turbilhões) de partículas de **éter cartesiano** (diferente do **éter aristotélico**), em cujo centro estava o Sol; por sua vez, os satélites planetários eram velhos planetas formados há muito tempo. Segundo esse **modelo turbilhonar cartesiano**, a Terra seria um elipsóide, alongado no sentido de seu eixo polar. [Colin A. Ronan, **História Ilustrada da Ciência 3** (Jorge Zahar Editor, 1987)].

<http://www.searadaciencia.ufc.br/folclore/folclore247.htm>

Christiaan Huygens em 1673

- Ao estudar a queda dos corpos e as colisões elásticas obteve a lei da conservação das quantidades em ambas as formas:
- $m_1v_1 + m_2v_2$
- $m_1v_1^2 + m_2v_2^2$
- Primeiro a definir a ideia do conceito de conservação de energia na forma atual.



Isaac Newton e a Lei da Conservação do Momento em 1660

- Distinguiu
 - força de inércia: vis ínsita
 - força impressa
- Terceira de Newton: que resulta na lei da conservação do momento

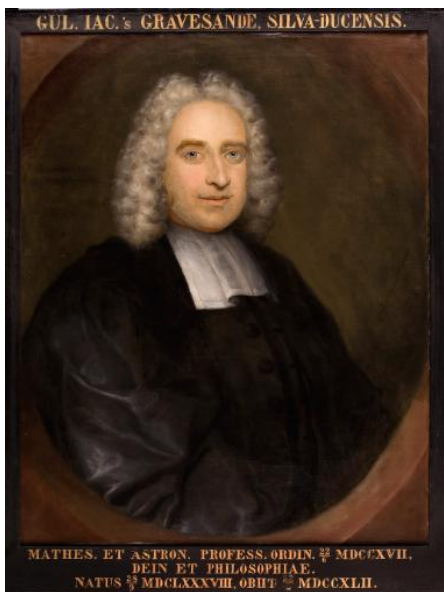
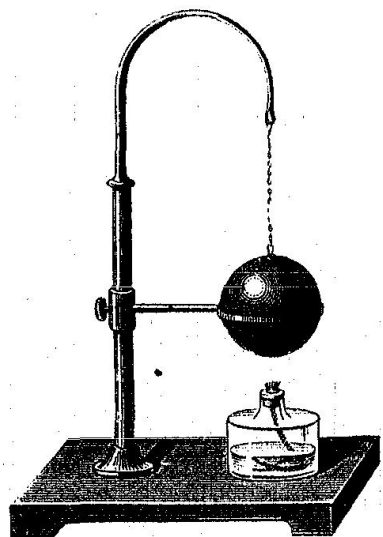


Gottfried Wilhelm von Leibniz

- Distinguiu:
 - Vis viva: energia cinética, mv^2
 - Vis viva latente ou mortua: “energia potencial”

- Publicou: Brief Demonstration of a Notable Error of Descartes em 1686





Willem Jacob 's Gravesande

- Publicou em 1722 uma série de experimentos de quedas de bolas de latão em argila macia.
- Concluiu que a correta expressão para a vis viva é mv^2 .



A Mecânica na mão dos matemáticos!

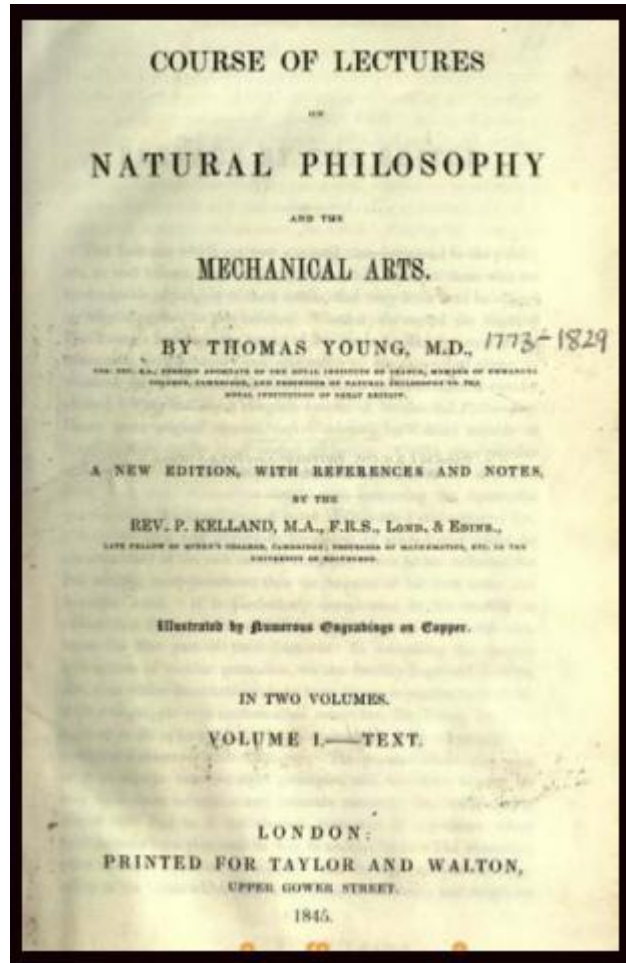
- **Mechanica de Euler em 1736,**
 - Mecânica de Newton na linguagem matemática.
- **Traite de Dynamique de d'Alembert em 1743,**
 - Somatório de mv^2 para sistema de corpos.
- **Mecanique Analytique de Lagrange em 1788.**
 - Conceitos em grandes escalres.

Lazare Carnot em 1783

- Publicou: Essai sur les machines en general
- Definiu o conceito trabalho pela expressão:
- « **Momento de atividade** »
- Fez a relação com o conceito força viva latente
- Chegou na relação: trabalho-energia
- “ $F d = \frac{1}{2} m v^2$ ”



Thomas Young em 1807: vis-viva ou mv^2



Hence is derived the idea conveyed by the term living or ascending force; for since the height to which a body will rise perpendicularly, is as the square of its velocity, it will preserve a tendency to rise to a height which is as the square of its velocity whatever may be the path into which it is directed, provided that it meet with no abrupt angle, or that it rebound at each angle in a new direction without losing any velocity. The same idea is somewhat more concisely expressed by the term **energy**, which indicates the tendency of a body to ascend or to penetrate to a certain distance, in opposition to a retarding force.

Atualmente

- É importante saber que na física atual, nós não sabemos o que é energia”
- Mas....
- Contudo, há algumas quantidades numéricas que calculamos e ao somarmos dão o mesmo número.
- Há diferentes formas de calcular essa quantidade, em que a soma total é sempre uma constante: **conservada**



Leis de conservação

- Conservação de energia
- Conservação de momento angular e linear
- “Conservação de massa”
- Conservação de carga elétrica

Leis de conservação

- Continuação próximo arquivo...

VII. Conclusão

O princípio da conservação da quantidade de movimento, estabelecido por Descartes, e o princípio da conservação das forças vivas (energia), cujo conceito foi estabelecido por Leibniz e Huygens, e que hoje são tidos como interdependentes e igualmente verdadeiros, são as expressões matemáticas mais adequadas para representar a evolução do Universo e marcam dois fatos de fundamental importância na história da ciência e na história dos princípios fundamentais da Mecânica.

Referência:

- PONCZEK, Roberto Leon. A polêmica entre Leibniz e os cartesianos: MV ou MV^2 ?. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 3, p. 336-347, 2000.