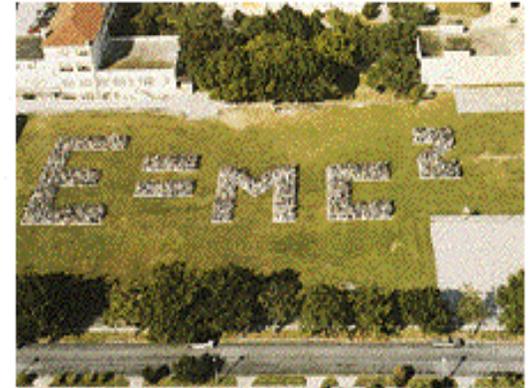


2º Aula do cap. 08

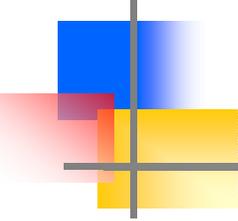
Conservação da Energia Mecânica.

Conteúdo:

- Uma Lei Fundamental $F_x = du(x)/dx$.
- Conservação da Energia e Energia Quantizada.
- Massa é energia!
- Generalização da lei de conservação de energia.



Referência: **Halliday**, David; Resnick, Robert & Walker, Jearl. Fundamentos de Física, Vol 1. Cap. 08 da 7ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

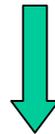


Uma lei fundamental

A lei de conservação de energia representa um poderoso atalho para resolver problemas mecânicos.

A conservação de energia é atualmente vista como uma formulação da dinâmica mais fundamental do que a segunda lei de Newton, mas são equivalentes nas situações nas quais as leis de Newton são válidas.

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx = -\Delta U$$



$$F_x = -\frac{dU(x)}{dx}$$

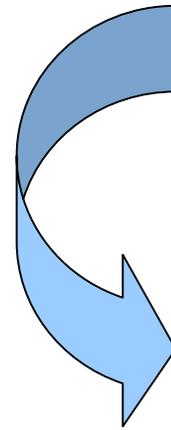
Energia Potencial Elástica $U(x)$ e Força Elástica

Energia potencial elástica armazenada na mola será:

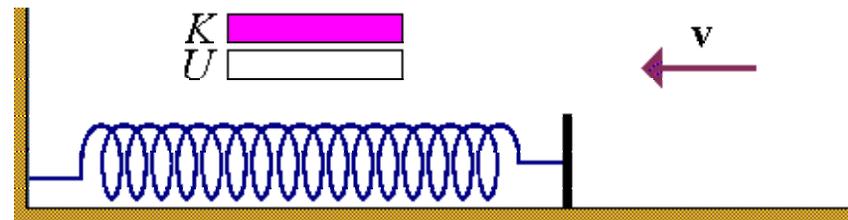
$$U(x) = \frac{1}{2} kx^2$$

$$F_x = -\frac{dU}{dx}$$

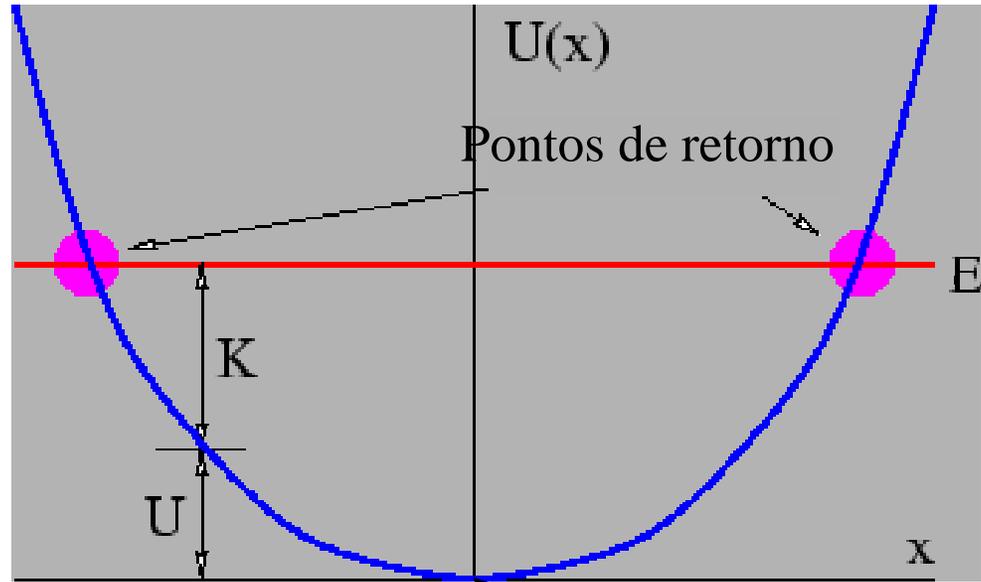
$$F_x = -kx$$


$$F_x = -\frac{dU}{dx}$$

Diagramas de energia e estabilidade do equilíbrio



Diagramas de energia e estabilidade do equilíbrio.

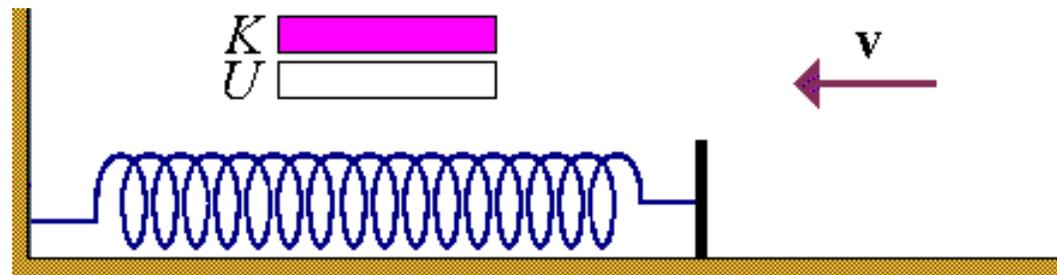


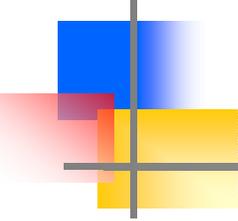
Quando $U = 0$

$$F(x) = 0$$

$$F_x = -\frac{dU}{dx}$$

Posição de equilíbrio



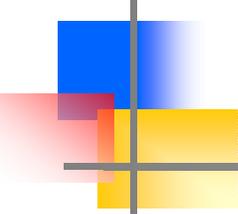


Uma lei fundamental: Aplicações

Exemplo:

Uma força paralela ao eixo Ox atua sobre uma partícula que desloca ao longo deste eixo. Essa força produz uma energia potencial dada por $U(x) = \alpha x^4$, onde $\alpha = 1,20$ J/m⁴. Qual é o módulo da força quando a partícula se encontra em $x = -0,80$ m?

$$F_x = -\frac{dU(x)}{dx}$$



Uma lei fundamental: Aplicações

Uma força paralela ao eixo Ox atua sobre uma partícula que desloca ao longo deste eixo. Essa força produz uma energia potencial dada por $U(x) = \alpha x^4$, onde $\alpha = 1,20 \text{ J/m}^4$. Qual é o módulo da força quando a partícula se encontra em $x = -0,80\text{m}$?

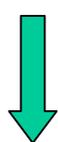
$$F_x = -\frac{dU(x)}{dx}$$

$$F_x = -\frac{dU}{dx} = -4\alpha x^3 = -(4.8 \text{ J} / \text{m}^4) x^3,$$

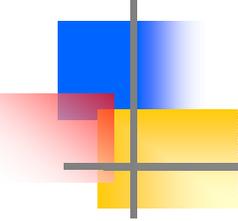
$$F_x (-0.800 \text{ m}) = -(4.8 \text{ J} / \text{m}^4) (-0.80 \text{ m})^3 = 2.46 \text{ N}.$$

Uma lei fundamental

A conservação de energia é atualmente vista como uma formulação da dinâmica mais fundamental do que a segunda lei de Newton, mas são equivalentes nas situações nas quais as leis de Newton são válidas.

$$F_x = - \frac{dU(x)}{dx}$$


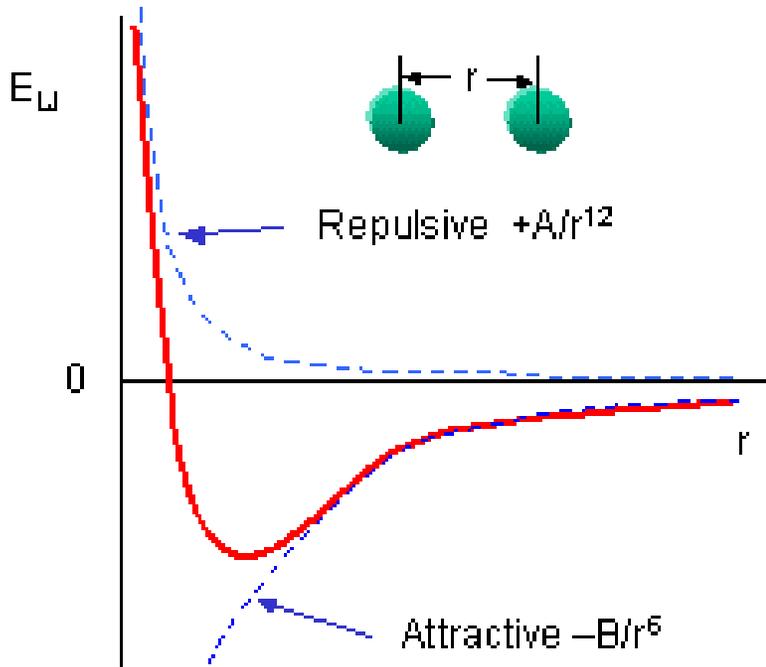
$$\Delta U = U(x)_{final} - U_i = - \int_{x_i}^{x_f} F(x) dx$$



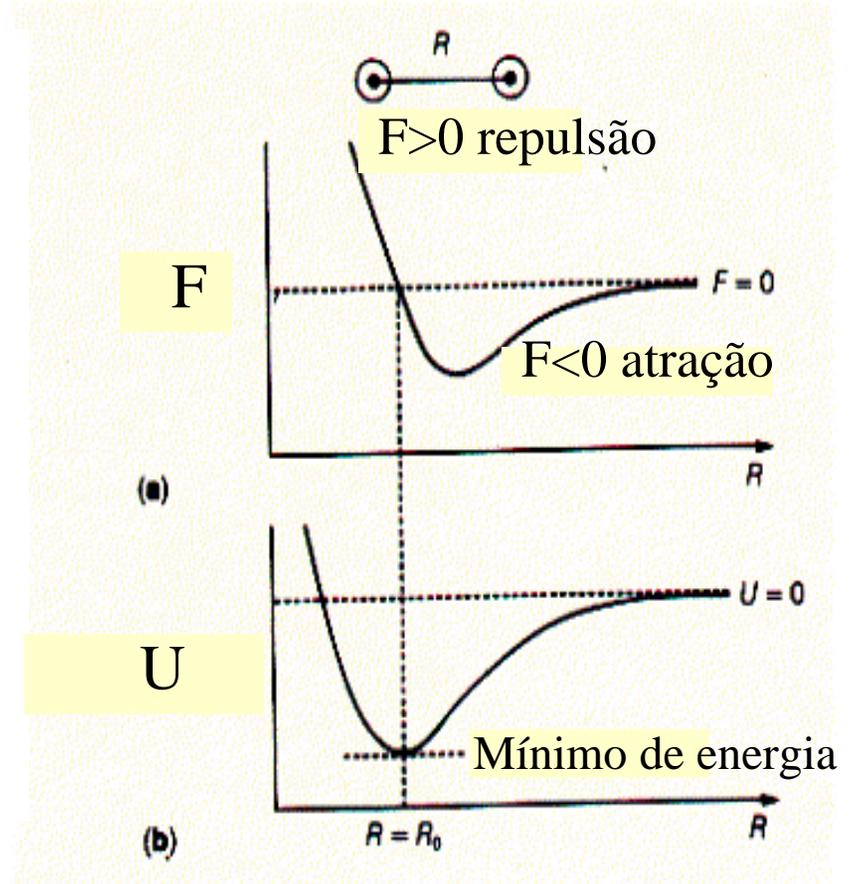
Uma lei fundamental: Aplicações

Uma única força conservativa $F = (6,0 \mathbf{x} - 12)\mathbf{i}$ N, onde x está em metros, atua sobre uma partícula que se move ao longo de um eixo x . A energia associada com esta força tem valor 27 J em $x = 0$. a) Escreva uma expressão para a energia potencial $U(x)$ como função da posição x . b) Qual é o máximo valor positivo da energia potencial? c) Para qual valor negativo e positivo de x a energia potencial é nula?

Aplicação a ligações químicas:



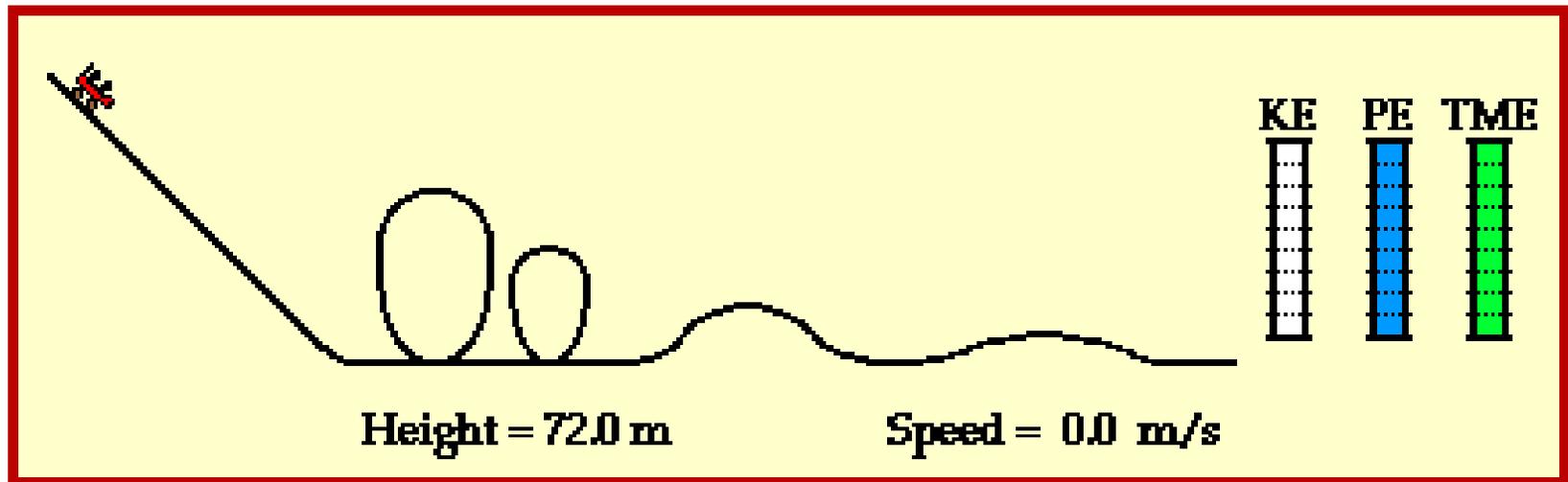
Exemplo de ligação representada por Um potencial Lenard - Jones



Loop...

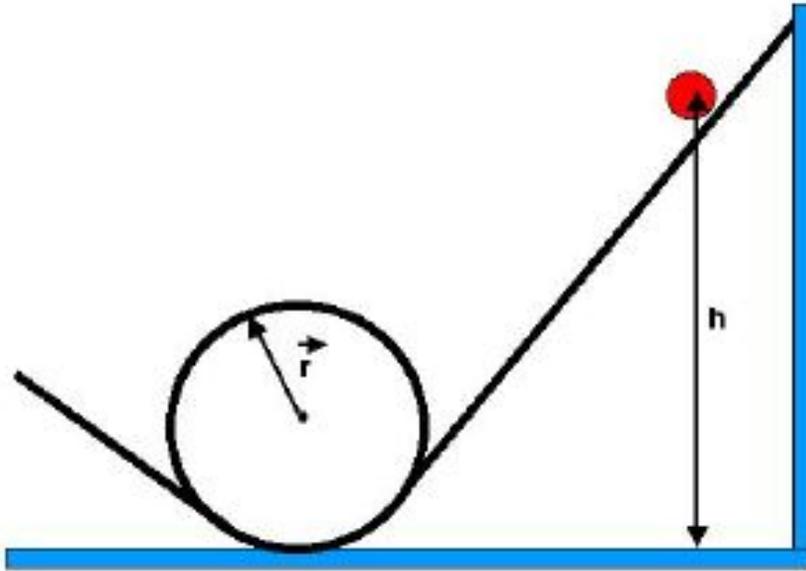
Conservação da Energia Mecânica:

$$mgh = mgh' + \frac{1}{2}mv^2$$



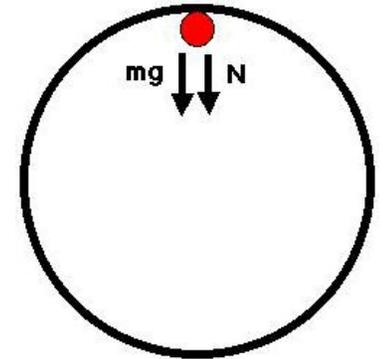
Loop...

Altura h mínima para que o corpo deslizando complete o loop?



$$mg = m \frac{v^2}{r}$$

$$v^2 = gr$$



No limite $N=0$

$$mg = m \frac{v^2}{r}$$

$$v^2 = gr$$

Conservação de energia mecânica:

$$mgh = mg2r + \frac{1}{2}mv^2 = mg2r + \frac{1}{2}mgr$$



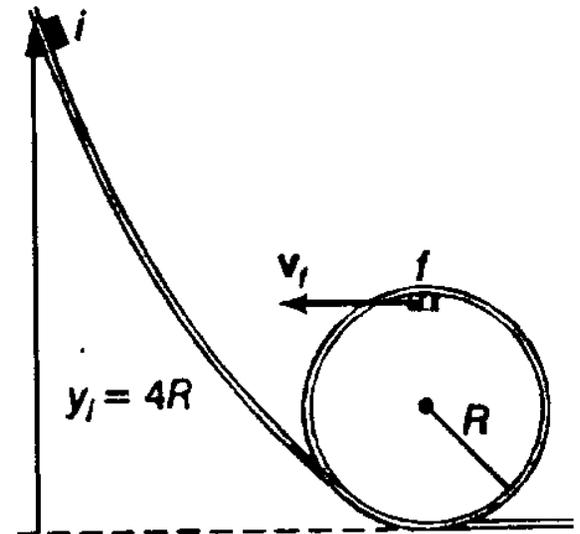
$$h = 2,5r$$

Conservação da Energia Mecânica:

Um pequeno cubo de gelo de massa m desliza, com atrito desprezível, ao longo de um trilho em laço conforme figura abaixo. O gelo parte do repouso no ponto $y_i = 4R$ acima do nível da parte mais baixo do trilho.

- Determine uma expressão para a velocidade do cubo de gelo no ponto f , o ponto mais alto da parte circular do trilho.
- Qual a força normal exercida sobre o gelo neste ponto?
- Qual a velocidade do cubo de gelo, no ponto mais baixo do trecho circular da trajetória?
- Qual é a força normal exercida pelo trilho sobre o cubo de gelo no ponto mais baixo do trecho circular?
- Determine o menor valor da altura " y_i " inicial para que o cubo de gelo consiga fazer o looping.

Resp. a) $v = (4gR)^{1/2}$, b) $N = 3mg$, c) $v = (8gR)^{1/2}$, d) $N = 9mg$, e) $2,5R$.



Conservação de Energia

massa é energia!!!

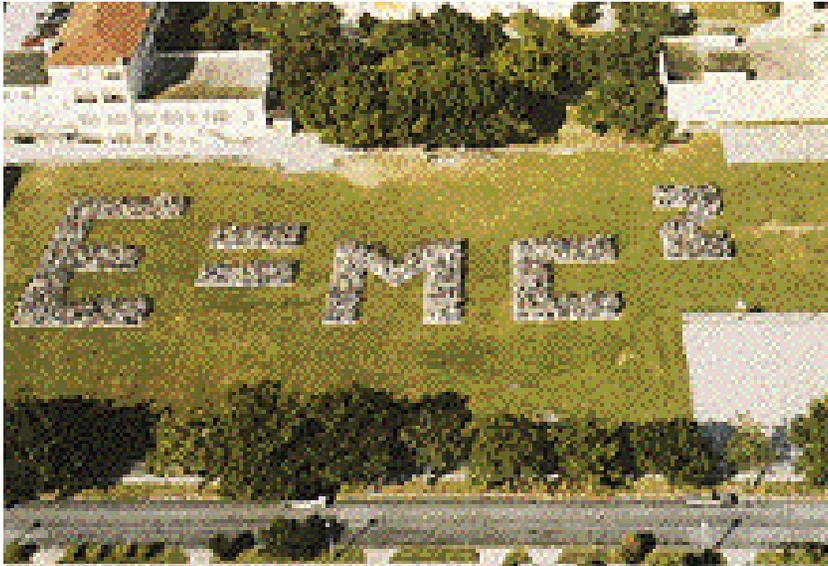
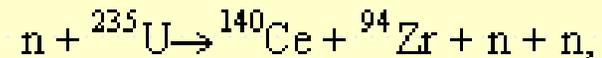


FIGURE 8-16 In 1979, students of Shenandoah Junior High School, in Miami, Florida, honored Albert Einstein on the 100th anniversary of his birth by spelling out his famous formula with their bodies.

TABLE 8-1 THE ENERGY EQUIVALENTS OF A FEW OBJECTS

OBJECT	MASS (kg)	ENERGY EQUIVALENT
Electron	9.11×10^{-31}	8.2×10^{-14} J (= 511 keV)
Proton	1.67×10^{-27}	1.5×10^{-10} J (= 938 MeV)
Uranium atom	4.0×10^{-25}	3.6×10^{-8} J (= 225 GeV)
Dust particle	1×10^{-13}	1×10^4 J (= 2 kcal)
Penny	3.1×10^{-3}	2.8×10^{14} J (= 78 GW·h)

action

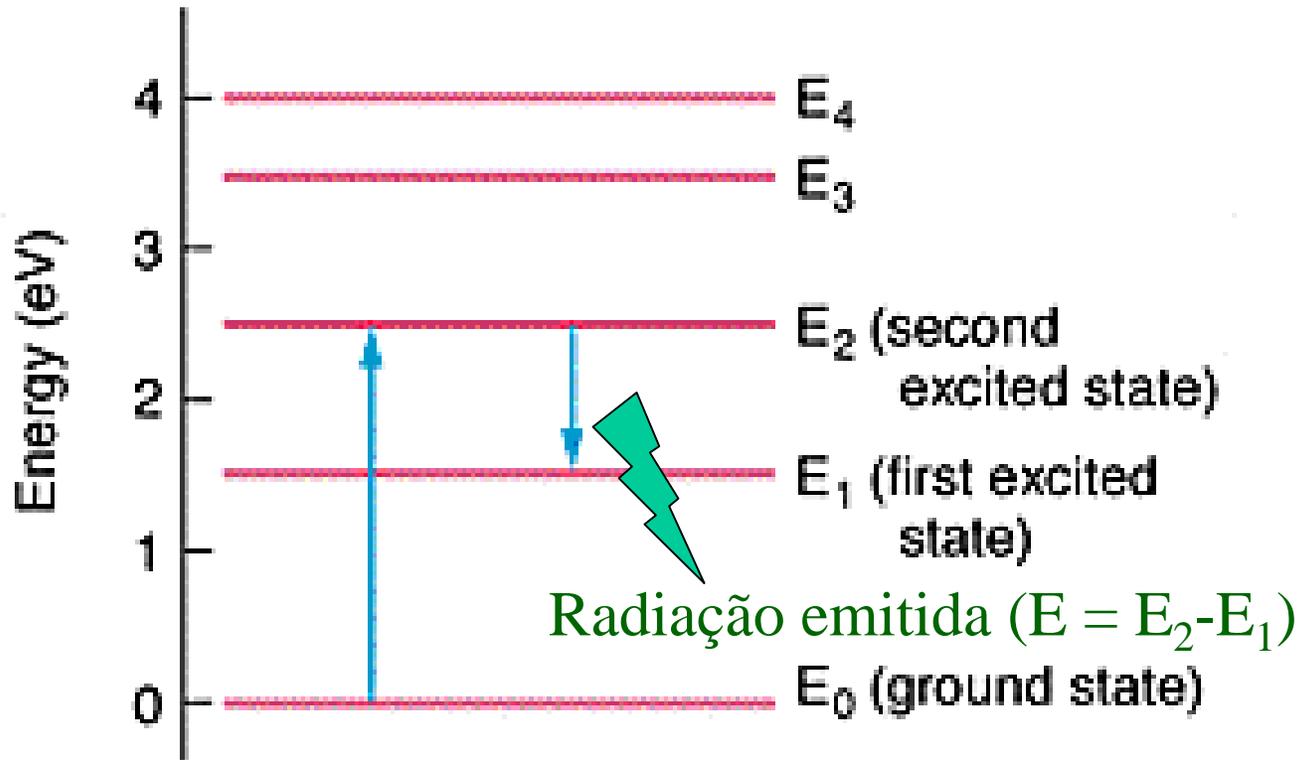


$$\begin{aligned} \Delta m &= (139.91 + 93.91 + 2 \times 1.00867) - (235.04 + 1.00867) \\ &= -0.211 \text{ u}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= -\Delta m c^2 = -(-0.211 \text{ u})(931.5 \text{ MeV/u}) \\ &= 197 \text{ MeV}, \end{aligned}$$

Conservação de Energia

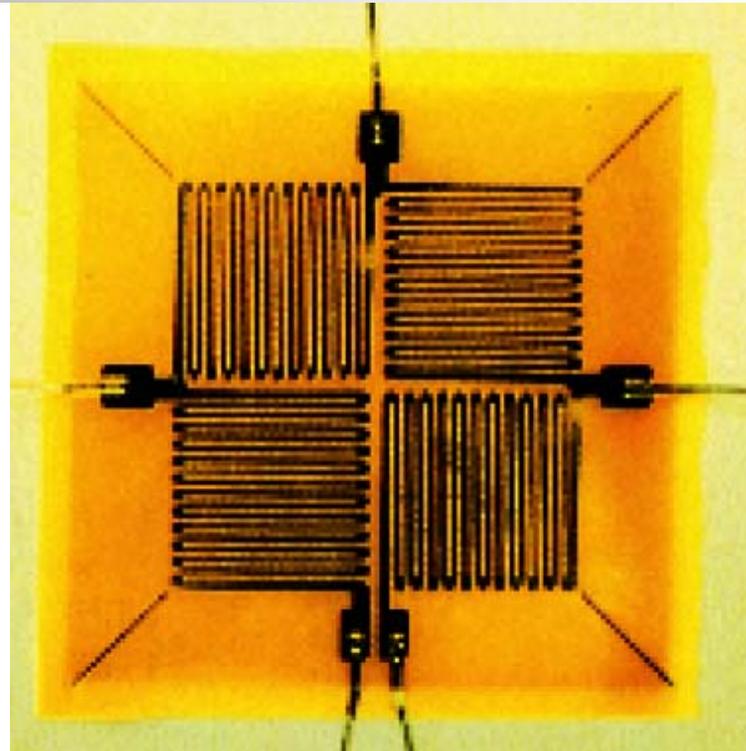
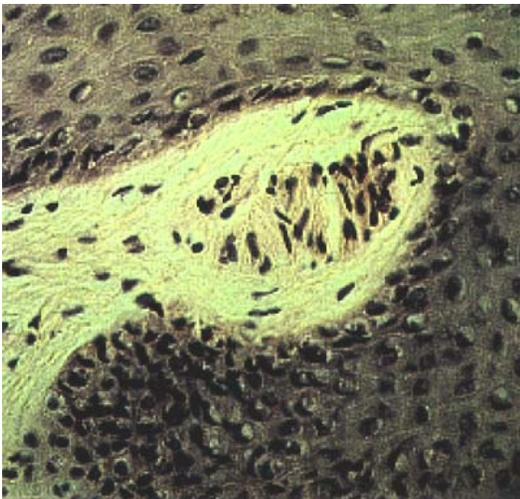
Energia quantizada



Aplicações

Extensômetros de resistência

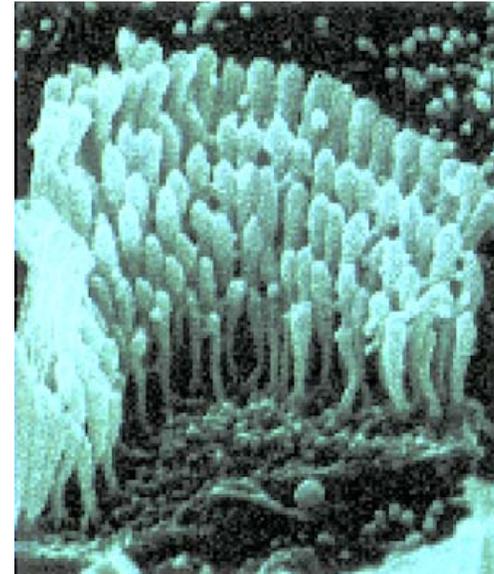
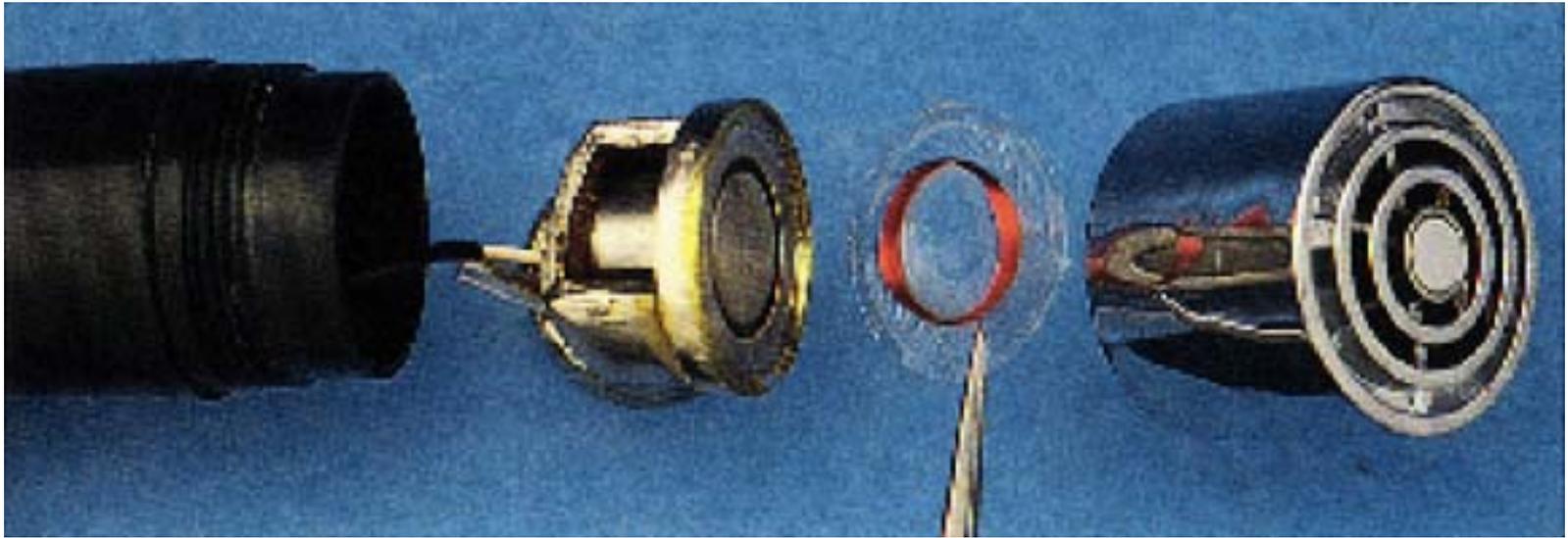
$$\Delta R \propto \text{deformação}$$



Tato & deformação – impulsos elétricos

Corpúsculos de Meissner, localizados imediatamente sob a camada externa da pele.

O microfone converte energia acústica em energia elétrica.



Ondas
sonoras
atingem a
cóclea.
Vibram ⇒
impulsos
elétricos

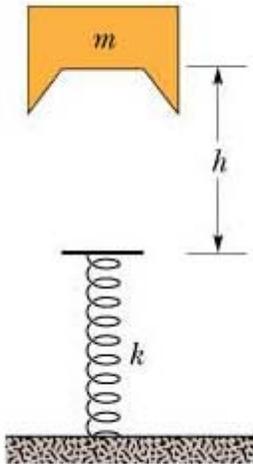
Exercícios

Conservação da Energia Mecânica:

Um bloco de massa $m = 2,0 \text{ kg}$ é solto de uma altura $h = 40 \text{ cm}$ sobre uma mola de constante elástica $k = 1960 \text{ N/m}$ (conforme a figura). Determine o comprimento máximo que a mola é comprimida.

$$K_i + U_i = K_f + U_f$$

$$0 = -mg(h + x) + \frac{1}{2}kx^2$$



$$x = \frac{mg \pm \sqrt{(mg)^2 + 2mghk}}{k}$$

$$x = \frac{19.6 + \sqrt{19.6^2 + 2(19.6)(0.40)(1960)}}{1960} = 0.10 \text{ m}.$$