



4300159 – Física do Calor

Dilatação (Expansão) Térmica

Vídeo com demonstrações (utilizado na aula):
<https://www.youtube.com/watch?v=EkQ2886Sxpg>

Dilatação (expansão) Térmica

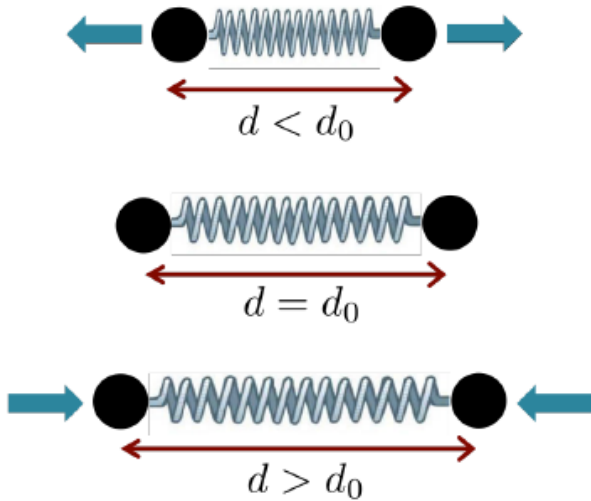
– Em geral, os materiais (sólidos, líquidos e gases) sofrem variações em suas dimensões em função da temperatura. Tipicamente, há expansão quando a temperatura aumenta e contração quando esta diminui.



<http://www.stablwall.com/thermal-expansion-care/>

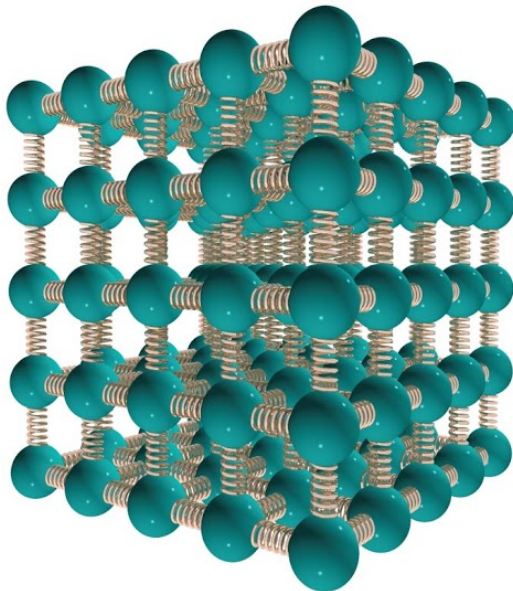
<http://www.bbc.co.uk/education/guides/zc9q7ty/revision/3>

Modelo Microscópico (Sólidos)



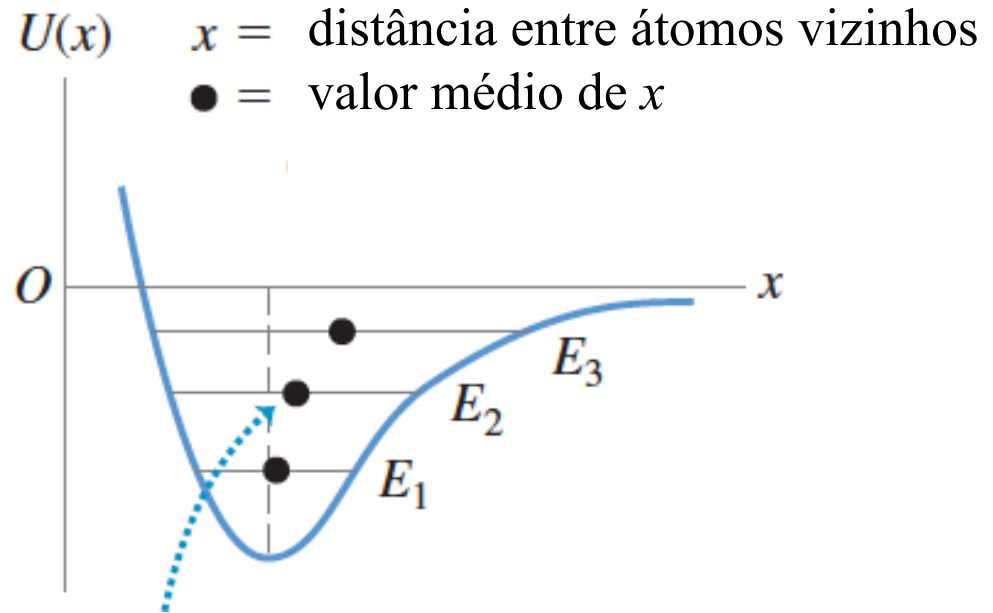
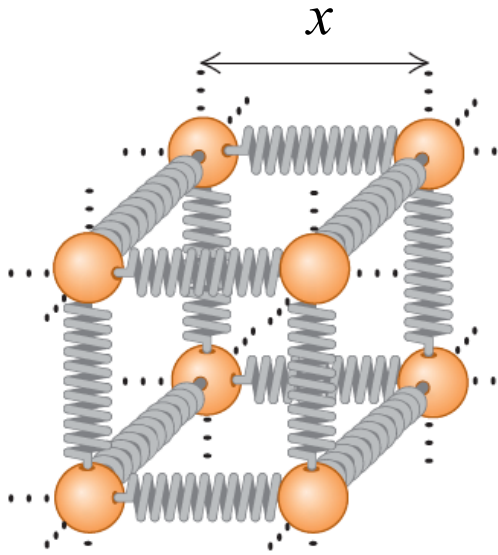
Modelo de Molécula Diatômica:

- Átomos são representados por esferas.
- Mola representa a força elétrica líquida (restauradora) entre os átomos.
- A distância de equilíbrio (mola relaxada) é $d = d_0$.
- A coordenada que descreve a deformação da mola é $s = d - d_0$.



- **Modelo de Sólido:** tipicamente em metais, os átomos vibram em torno de posições médias que formam arranjos regulares. Um exemplo é mostrado na figura ao lado, na qual as posições médias dos átomos recaem sobre arestas de cubos (representação de esferas e molas):

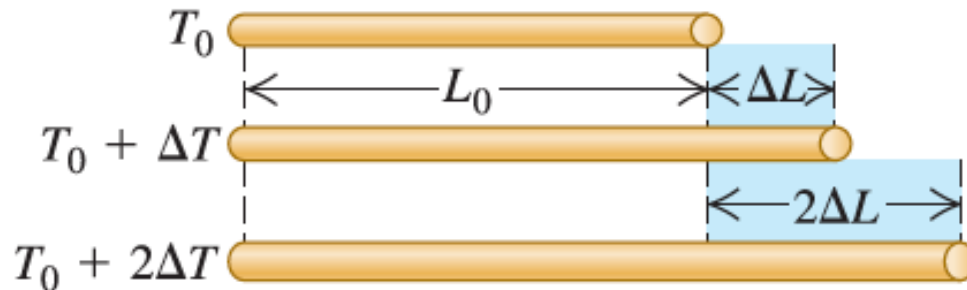
Dilatação Térmica: Modelo Microscópico



- A curva de energia potencial relativa à interação entre os átomos não é quadrática, $U(x) \neq \frac{1}{2} kx^2$.
- Sendo a curva assimétrica em torno do mínimo, o valor médio da distância x aumenta com a energia (e portanto com a temperatura).

Dilatação Térmica: Modelo Macroscópico

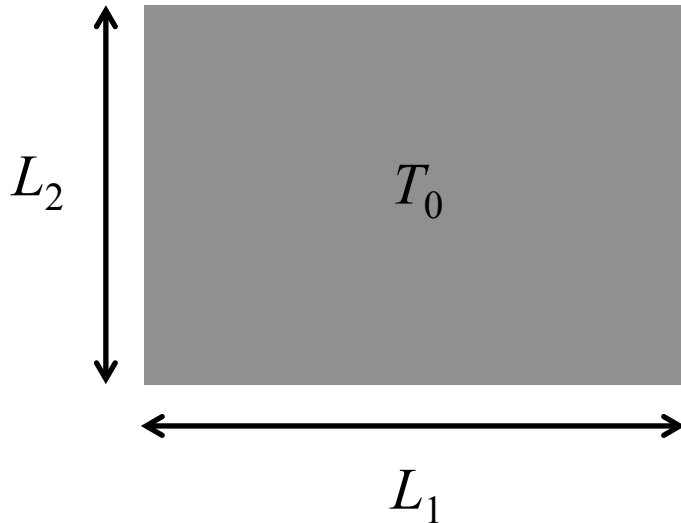
– Objetos delgados (aproximadamente unidimensionais) sofrem **dilatação linear**. Observa-se, empiricamente, que a variação de comprimento (ΔL) é diretamente proporcional à variação de temperatura (ΔT). A constante de proporcionalidade (**coeficiente de expansão linear, α**) é uma propriedade do material.



$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

Dilatação Térmica: Modelo Macroscópico

– **Exercício:** Obtenha uma expressão para a dilatação superficial (de área) de um material. Admita (i) que a expansão tenha o mesmo coeficiente em qualquer direção; e (ii) que a expansão seja um efeito sutil, de forma que termos da ordem de ΔL^2 possam ser desprezados.



$$A_0 = L_1 L_2$$

$$\Delta A = ?$$

Dilatação Volumétrica

– **Exercício:** mostre que a dilatação volumétrica de um material, nas mesmas condições admitidas na discussão sobre dilatação superficial, é dada por:

$$\Delta V = V_0 \beta \Delta T$$

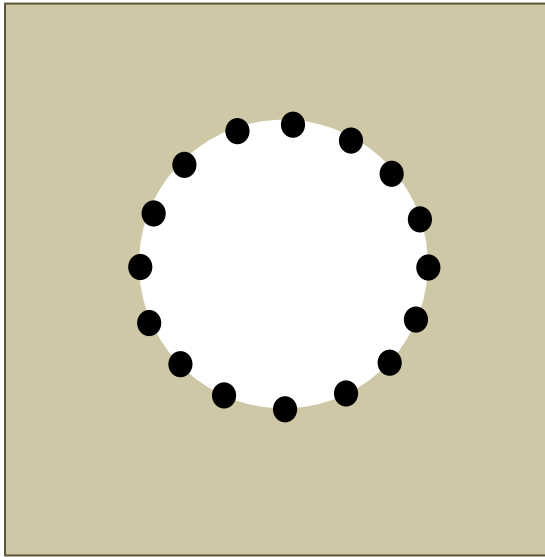
$$\beta = 3\alpha$$

Questão: Caso a temperatura da placa metálica aumente, o raio do orifício irá:

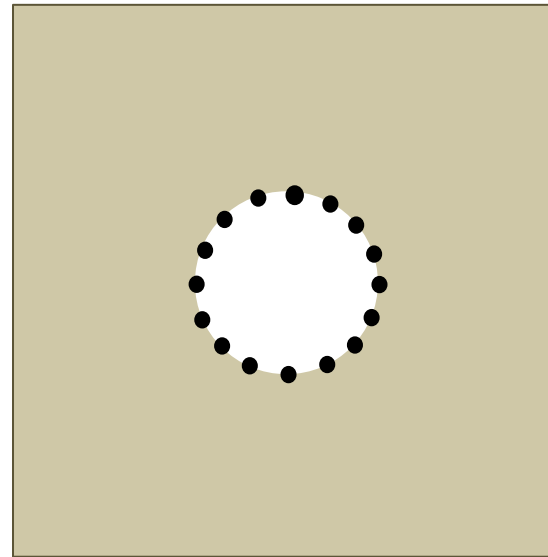
- (a) Aumentar
- (b) Diminuir
- (c) Permanecer Constante



$$T_1 > T_2$$



$$\langle d_1 \rangle = \frac{2\pi R_1}{N_{\text{at}}}$$



$$\langle d_2 \rangle = \frac{2\pi R_2}{N_{\text{at}}}$$

$$\langle d_1 \rangle > \langle d_2 \rangle$$

A distância média entre os átomos aumenta com a temperatura.