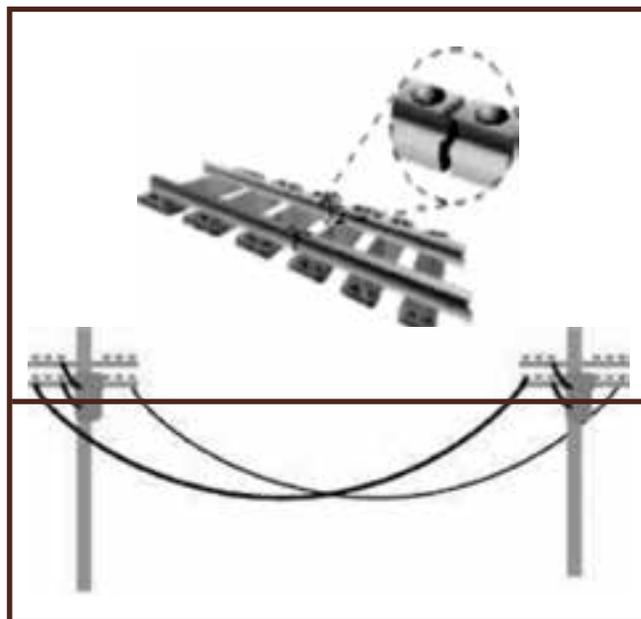


## MÓDULO 6

## DILATAÇÃO TÉRMICA

## DILATAÇÃO TÉRMICA

Com o aumento da temperatura, geralmente os materiais que compõem os objetos aumentam suas dimensões. Nesse caso, dizemos que os materiais sofreram dilatação térmica. É por causa da **dilatação térmica** que existem folgas nos trilhos de trens. Também os fios da rede elétrica tornam-se mais compridos, formando uma barriga nos dias mais quentes, por causa da dilatação provocada pelo aumento da temperatura.

**Por que os corpos se dilatam?**

Quando a temperatura de um corpo se eleva, sabemos que há um aumento na agitação de seus átomos ou moléculas. Em virtude da maior agitação térmica, a distância média entre essas partículas torna-se maior e, assim, o corpo, como um todo, terá suas dimensões aumentadas, ou seja, o corpo se dilata.

Nem todos os objetos se dilatam da mesma forma quando submetidos a uma mesma temperatura. A dilatação depende dos materiais que compõem o objeto.

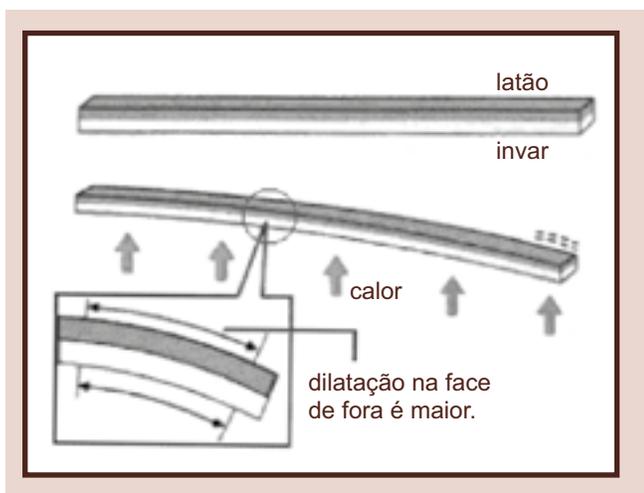
A dilatação é sempre volumétrica; as substâncias se dilatam nas três dimensões: largura, comprimento e altura.

A tabela a seguir nos fornece o coeficiente de dilatação volumétrica de alguns materiais.

Substância	Coefficiente de dilatação volumétrica $\gamma$ ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )
Aço	$3,3 \times 10^{-5}$
Álcool	$100 \times 10^{-5}$
Alumínio	$7,2 \times 10^{-5}$
Chumbo	$8,7 \times 10^{-5}$
Cobre	$5,1 \times 10^{-5}$
Ferro	$3,6 \times 10^{-5}$
Latão	$5,7 \times 10^{-5}$
Mercúrio	$18,2 \times 10^{-5}$
Ouro	$4,2 \times 10^{-5}$
Prata	$5,4 \times 10^{-5}$
Vidro Comum	$2,7 \times 10^{-5}$
Vidro Pirex	$0,9 \times 10^{-5}$
Zinco	$192 \times 10^{-5}$

Tabela de coeficiente de dilatação volumétrica.

Quanto maior for o coeficiente de dilatação volumétrica de uma substância, maior será o aumento de suas dimensões. Os termostatos utilizados em ferro de passar roupa são formados por duas lâminas de materiais com coeficientes de dilatação térmica diferentes, ligados firmemente um ao outro, como se vê na figura.



Nos refrigeradores e freezers, o termostato funciona de maneira semelhante. No entanto, em vez de uma lâmina com dois metais, o que liga e desliga o motor é a contração ou a expansão de um gás, cujo volume também varia em função da temperatura.

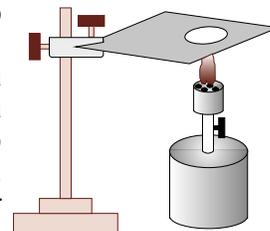
## Outras aplicações da dilatação

Muitos fatos da nossa vida diária estão relacionados com o fenômeno da dilatação. Vamos analisar alguns desses fatos.

- Entre dois trilhos de uma estrada de ferro são deixadas pequenas separações, denominadas juntas de dilatação. Se isto não fosse feito, em um dia muito quente os trilhos, ao se dilatarem, poderiam dar origem a enormes forças que provocariam deformações nas linhas férreas.



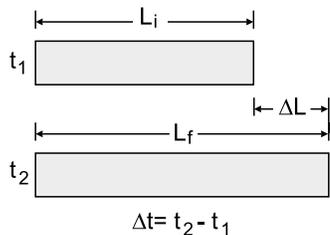
- Pela mesma razão, para que uma ponte possa se dilatar (ou se contrair) sem causar danos a sua estrutura, os engenheiros apoiam uma de suas extremidades sobre rolos.
- Se um recipiente de vidro comum for levado ao fogo, ele se quebra. Isto ocorre por que a parte em contato direto com o fogo se aquece mais e, por isso, sofre maior dilatação, causando a ruptura do recipiente. Como vimos na tabela de coeficientes de dilatação, o vidro comum tem coeficiente maior que o vidro pirex. O vidro pirex dilata muito pouco e pode ser levado diretamente ao fogo sem se partir.
- Quando aquecemos um anel metálico, o material de que ele é feito se dilata e o valor de seu perímetro aumenta. Em virtude disso, a área limitada pelo anel (área interna) torna-se maior. O mesmo ocorre com uma placa na qual existe um orifício: quando aquecida a placa se dilata, provocando um aumento na área do orifício. De maneira semelhante, o volume interno de um recipiente aumenta quando ele se dilata, ao ser aquecido.



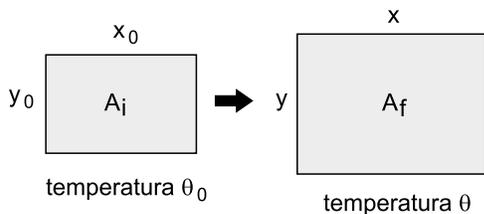
Esses fatos costumam ser utilizados por muitas pessoas quando não conseguem retirar a tampa (ou a rolha) de uma garrafa.

## Os tipos de dilatação estudados em física.

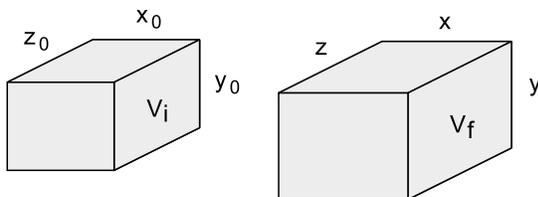
**Dilatação Linear:** quando considerada somente a dilatação do comprimento, como é o caso dos fios de alta tensão, trilhos de ferrovias, etc...



**Dilatação Superficial:** quando considerada somente a dilatação da área, como é o caso dos azulejos e pisos do banheiro, quadras de cimento feitas de placas....



**Dilatação Volumétrica:** quando considerada tanto a dilatação do comprimento, da largura e da altura.



## OS CÁLCULOS DE DILATAÇÃO

### Dilatação linear

Verifica-se, experimentalmente, que a variação de comprimento “ $\Delta L$ ” é aproximadamente proporcional ao comprimento inicial “ $L_0$ ” e a variação de temperatura “ $\Delta t$ ”, o que nos permite escrever:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

Onde  $\alpha$  é uma constante para cada substância, denominada coeficiente de dilatação linear.

### Unidade de $\alpha$

Da equação  $\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$  temos  $\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta t}$

$$\therefore [\alpha] = \frac{[\Delta L]}{[L_0] \cdot [\Delta t]} = \frac{1}{[\Delta t]}$$

Logo,  $\alpha$  tem por dimensão o recíproco da temperatura, e a unidade mais frequente utilizada é:

$$\frac{1}{^\circ\text{C}} \text{ ou } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Substância	Coefficiente de dilatação linear $\alpha$ ( $^\circ\text{C}^{-1}$ )
Aço	$1,1 \times 10^{-5}$
Alumínio	$2,4 \times 10^{-5}$
Chumbo	$2,9 \times 10^{-5}$
Cobre	$1,7 \times 10^{-5}$
Ferro	$1,2 \times 10^{-5}$
Latão	$1,9 \times 10^{-5}$
Ouro	$1,4 \times 10^{-5}$
Prata	$1,8 \times 10^{-5}$
Vidro Comum	$0,9 \times 10^{-5}$
Vidro Pirex	$0,3 \times 10^{-5}$
Zinco	$6,4 \times 10^{-5}$

Exemplo:

De quanto se dilata um trilho de ferro de 10 m de comprimento, quando aquecido de  $10^\circ\text{C}$  a  $30^\circ\text{C}$ ?

Comprimento do trilho ( $L_i$ ) = 10m;

temperatura inicial ( $t_1$ ) =  $10^\circ\text{C}$ ;

temperatura final ( $t_2$ ) =  $30^\circ\text{C}$ ;

então a temperatura variou ( $\Delta t$ )  $20^\circ\text{C}$ .

coeficiente de dilatação do ferro ( $\alpha$ ) =  $0,00012/^\circ\text{C}$ .

Achar a dilatação linear ( $\Delta L$ )

Para achar a dilatação linear de um corpo, utilizamos a seguinte expressão:

$$\Delta L = L_i \times \alpha \times \Delta t$$

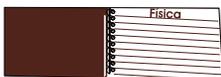
$$\Delta L = 10 \times 0,000012 \times 20$$

$$\Delta L = 0,0024 \text{ m}$$

$$L_f = L_i + \Delta L = 10 + 0,0024 = 10,0024$$

**O comprimento do trilho que era 10 m passará a 10,0024 m**

## EXERCÍCIOS



- Um encanamento de cobre de 12 m de comprimento é usado para levar água quente ao quarto andar de um hotel. Se a temperatura varia de 20°C a 90°C, de quanto se dilata o cano?
- Um agrimensor usa uma trena de aço de 100 m. Ela é correta a 20°C. Qual é o seu comprimento a 10°C?

## Dilatação Superficial e Volumétrica

As definições para dilatação superficial e volumétrica nos levam a equações semelhantes às existentes na dilatação linear.

Exemplo 1:

Uma chapa de alumínio,  $\beta = 0,000048 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , tem área de 2 m<sup>2</sup> a 10°C. Calcule a variação de sua área entre 10°C e 110°C.

(Observe que o coeficiente agora é  $\beta$ , coeficiente de dilatação superficial)

$$\text{Área da chapa (A}_i) = 2 \text{ m}^2;$$

$$\text{temperatura inicial (t}_1) = 10^\circ\text{C};$$

$$\text{temperatura final (t}_2) = 110^\circ\text{C};$$

$$\text{então a temperatura variou } (\Delta t) 100^\circ\text{C}.$$

$$\Delta t = t_f - t_i = 110 - 10 = 100^\circ\text{C}$$

coeficiente de dilatação superficial do alumínio ( $\beta$ ) = 0,000048/°C.

Achar a dilatação superficial ( $\Delta S$ )

Para achar a dilatação superficial da chapa, utilizamos a seguinte expressão:

$$\Delta S = S_i \times \beta \times \Delta t$$

$$\Delta S = 2 \times 0,000048 \times 100$$

$$\Delta S = 0,0096 \text{ m}^2$$

$$S_f = S_i + \Delta S = 2 + 0,0096 = 2,0096 \text{ m}^2$$

A área inicial da chapa era 2 m<sup>2</sup>, com a dilatação passou a ser 2,0096 m<sup>2</sup>.

## EXERCÍCIO



- Uma chapa de zinco tem área de 8 cm<sup>2</sup> a 20°C. Calcule a sua área a 120°C. Dado:  $\beta_{\text{zinco}} = 52 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

Exemplo 2:

Um petroleiro recebe uma carga 10.000.000 barris de petróleo no Golfo Pérsico, a uma temperatura de 50°C. Qual a perda em barris, por efeito de contração térmica, que esta carga apresenta quando é descarregada no Brasil, a uma temperatura de 10°C? O coeficiente de dilatação volumétrica do petróleo é 0,0011°C<sup>-1</sup>.

$$\text{Quantidade de barris (V}_i) = 10.000.000 \text{ barris}$$

$$\text{temperatura inicial (t}_1) = 50^\circ\text{C};$$

$$\text{temperatura final (t}_2) = 10^\circ\text{C};$$

$$\text{então a temperatura variou } (\Delta t) - 40^\circ\text{C}.$$

coeficiente de dilatação volumétrica do petróleo ( $\gamma$ ) = 0,0011/°C.

Achar a dilatação volumétrica ( $\Delta V$ ).

Para achar a dilatação volumétrica, utilizamos a seguinte expressão:

$$\Delta V = V_i \times \gamma \times \Delta t$$

$$\Delta L = 10.000.000 \times 0,0011 \times (- 40)$$

$$\Delta L = - 44.000 \text{ barris}.$$

A quantidade inicial de barris era 10.000.000, passou a ser 9.956.000 barris.

## DILATAÇÃO DOS LÍQUIDOS

Os líquidos se dilatam obedecendo às mesmas leis físicas que estudamos para os sólidos. Mas, lembre-se: os líquidos não têm forma própria, tomam a forma do recipiente em que se acomodam.

Assim, nesse estudo, o que realmente interessa é o conhecimento da dilatação volumétrica dos líquidos. No caso de fluidos (líquidos e gases), não tem sentido falar-se em dilatação linear e em dilatação superficial.

Assim, para os líquidos, são tabelados os coeficientes de dilatação volumétrica.

## Dilatação Aparente

Para se estudar a dilatação de um líquido, este deve estar contido em um frasco. O frasco será aquecido junto com o líquido e ambos se dilatarão. Agora atenção: como a capacidade do frasco aumentou, pois este se dilatou junto com o líquido, a dilatação observada para o líquido será apenas uma dilatação aparente. Fica fácil concluir que a dilatação real do líquido será maior do que a dilatação aparente observada.

É claro que, se usarmos um recipiente cujo coeficiente de dilatação é pequeno, a dilatação aparente do líquido praticamente se iguala à sua dilatação real.

## Dilatação Real

A dilatação volumétrica real de um líquido,  $\Delta V_R$ , motivada por uma variação de temperatura é dada por:

$$\Delta V_R = V_{0L} \times \gamma_R \times \Delta t$$

$V_{0L}$  = Volume inicial do líquido

$\gamma_R$  = coeficiente de dilatação real

Mas, como o recipiente que contém o líquido também sofre dilatação, sua dilatação volumétrica,  $\Delta V_{Rec}$ , será:

$$\Delta V_{Rec} = V_{0Rec} \times \gamma_{Rec} \times \Delta t$$

$V_{0Rec}$  = Volume inicial do recipiente

$\gamma_{Rec}$  = coeficiente de dilatação cúbica do material

## Cálculo da Dilatação Aparente

Então, como já calculamos a dilatação volumétrica real de um líquido e a dilatação do recipiente que o comporta; podemos calcular a dilatação aparente,  $\Delta V_{AP}$ , do líquido através de uma simples subtração:

$$\Delta V_{AP} = \Delta V_R - \Delta V_{Rec}$$

Quando o líquido, de início, preenche todo o recipiente, e, a partir daí, sofre um aquecimento, ocorre um transbordamento, decorrente da dilatação do líquido, dado por:

$$\Delta V_{transborda} = \Delta V_{AP}$$

## Exercício Resolvido

Um tambor cheio de álcool é deixado ao Sol. Após determinado tempo, verifica-se que certa quantidade de álcool derramou. Você conclui que:

- só o álcool se dilatou;
- a quantidade de álcool derramada representa sua dilatação real;
- a dilatação real do álcool foi maior que a do tambor;
- o tambor se dilatou mais que o álcool;
- o coeficiente de dilatação do álcool é menor que o coeficiente de dilatação volumétrica do material do tambor.

## Solução

Não podemos dizer que apenas o álcool se dilatou, pois geralmente os materiais se dilatam com o aumento da temperatura. Também não podemos dizer que a quantidade de álcool transbordada representa sua dilatação real, pois apesar de ter transbordado, ambos, álcool e tambor se dilataram.

Então conclui-se que um dilatou mais que o outro, ou seja, o álcool, pois houve transbordamento. A resposta certa é a da letra c.

Se o tanque se dilatasse mais que o álcool, não haveria transbordamento.



## EXERCÍCIOS

- Um edifício com estrutura de aço recebe Sol pela manhã em uma de suas faces. Então:
  - o edifício se inclina na direção do Sol;
  - o edifício se inclina na direção oposta à do Sol;
  - o edifício não se inclina, pois o projeto no mesmo foram levados em conta estes fatores;
  - o edifício não se inclina pois os dois lados inclinam de modo a haver compensação.
- Para se ligar estruturas em prédios usa-se a técnica de rebitagem. Para se colocar os rebites é preferível que:
  - eles estejam à mesma temperatura da chapa;
  - eles estejam à temperatura superior a da chapa, geralmente aquecidos ao rubro;
  - eles estejam resfriados a temperaturas abaixo da chapa;
  - qualquer das possibilidades acima ocorre, desde que fiquem bem colocados.

06. Um motorista de caminhão costuma passar sob um conjunto de cabos de alta tensão, em dias frios, sem maiores problemas, porém com pequena folga. Num dia quente, ao passar por baixo dos fios, estes prenderam-se na carroceria do caminhão. Isto ocorreu porque:
- o motorista distraiu-se;
  - os pneus aumentaram de volume elevando a carroceria do caminhão;
  - os postes de sustentação sofreram uma dilatação negativa;
  - os fios aumentaram o comprimento por dilatação térmica, abaixando assim a altura.
07. A densidade de um sólido:
- aumenta quando a temperatura aumenta;
  - não varia com a temperatura, pois a massa é constante;
  - diminui quando a temperatura diminui;
  - diminui quando a temperatura aumenta.
08. Uma régua metálica aferida a  $20^{\circ}\text{C}$  é utilizada para medir uma barra a  $0^{\circ}\text{C}$ . O comprimento lido será:
- maior que o real;
  - menor que o real;
  - o real;
  - depende da relação entre os coeficientes de dilatação linear da barra e da régua.
09. Considere um líquido preenchendo totalmente um recipiente aberto. Sabe-se que o coeficiente de dilatação real do líquido é igual ao coeficiente de dilatação do frasco. Ao aquecermos o conjunto observamos que:
- o líquido se derramará;
  - o nível do líquido permanecerá constante;
  - o nível do líquido diminuirá;
  - nada se pode concluir.
10. Um ferro elétrico automático mantém praticamente fixa a sua temperatura. Quando ela se eleva, o ferro elétrico desliga-se automaticamente, voltando a ligar se a temperatura cair além de certo valor. Isto se justifica, pois no seu interior encontramos um:
- termômetro clínico;
  - anemômetro;
  - pirômetro;
  - termostato.
11. Aquecendo-se o ar, suas moléculas:
- nada sofrem;
  - vibram menos;
  - se aproximam;
  - vibram mais e se afastam.

12. Uma chapa de ferro com um furo central é aquecida. Você diria que:
- a chapa e o furo tendem a diminuir;
  - a chapa aumenta e o furo diminui;
  - a chapa e o furo aumentam;
  - o furo permanece constante e a chapa aumenta.
13. A distância entre dois pedaços de trilhos consecutivos em uma estrada de ferro é:
- menor no inverno;
  - praticamente constante;
  - maior no inverno;
  - maior no verão.
14. Um pino deve se ajustar ao orifício de uma placa que está na temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ . No entanto, verifica-se que o orifício é pequeno para receber o pino. Que procedimentos podem permitir que o pino se ajuste ao orifício?
- aquecer o pino;
  - esfriar a placa;
  - colocar o pino numa geladeira;
  - nenhuma das anteriores.
15. Ao colocar um fio de cobre entre dois postes, num dia de verão, um electricista deve:
- deixá-lo muito esticado;
  - deixá-lo pouco esticado;
  - é indiferente se pouco ou muito esticado;
  - nenhuma das anteriores.
16. Quando você tem dificuldade para retirar a tampa metálica de vidros de conserva, deve:
- colocá-la em água fria;
  - bater na tampa com um martelo;
  - aquecer a tampa;
  - colocar o vidro na água quente.
17. Coloca-se água quente num copo de vidro comum e noutro de vidro pirex. O vidro comum trinca com maior facilidade que o vidro pirex porque:
- o calor específico do pirex é menor que o do vidro comum;
  - o calor específico do pirex é maior que o do vidro comum;
  - a variação de temperatura no vidro comum é maior;
  - o coeficiente de dilatação do vidro comum é maior que o do vidro pirex;
  - o coeficiente de dilatação do vidro comum é menor que o do vidro pirex.
18. Em um termômetro de mercúrio, o vidro dilata:
- tanto quanto o mercúrio;
  - menos que o mercúrio;
  - mais que o mercúrio;
  - o vidro não sofre dilatação.

## **CAPÍTULO – sPSF12 – DILATAÇÃO TÉRMICA**

[https://www.youtube.com/watch?v=w1kQEwlsfoc&list=PLaqsJR\\_9lz-FNytTN2NcRRWXDbLU7ECP&index=14](https://www.youtube.com/watch?v=w1kQEwlsfoc&list=PLaqsJR_9lz-FNytTN2NcRRWXDbLU7ECP&index=14)

**Profª Jôira – EJA/FÍS – M1 – Agenda 14 – Dilatação Térmica**

<https://www.youtube.com/watch?v=yoaMG4KvmzA>

**Prof Davi – Dilatação Térmica (Linear) – Aula 01**

<https://www.youtube.com/watch?v=eZEtZKRZO-k>

**Prof Davi – Dilatação Térmica (Linear) – Aula 02**

<https://www.youtube.com/watch?v=c3AYTEM62EY>

**Prof Davi – Dilatação Térmica (Linear) – Aula 03 Exercícios de Aprofundamento**

<https://www.youtube.com/watch?v=HI4r4zXOTc8>

**Prof Davi – Dilatação Superficial – Aula 04 (Teoria e Exemplos)**

<https://www.youtube.com/watch?v=smEr6AELC9Y>

**Prof Davi – Dilatação Volumétrica – Aula 05 (Teoria e Exemplos)**

<https://www.youtube.com/watch?v=9GkFBsr3j3k>

**Prof Davi – Dilatação Térmica dos Líquidos – Aula 06**

<https://www.youtube.com/watch?v=sxrb5qU4Dus>

**Prof Douglas – Por que os corpos dilatam quando aquecidos? – Dilatação Térmica**

<https://www.youtube.com/watch?v=5unyaA-4V4w>

**Prof Douglas – Dilatação térmica dos sólidos – relações – ENEM**

[https://www.youtube.com/watch?v=YI\\_khGcCPTM](https://www.youtube.com/watch?v=YI_khGcCPTM)

**Prof Boaro – DILATAÇÃO TÉRMICA DOS SÓLIDOS – TERMOLOGIA – Aula 3**

<https://www.youtube.com/watch?v=IGv8KXlx1Hs>

**Prof Boaro – DILATAÇÃO TÉRMICA DOS LÍQUIDOS – TERMOLOGIA – Aula 4**

<https://www.youtube.com/watch?v=9ETIFtspCTI>

**Prof Boaro – ESFERA QUE “CRESCER” NO FOGO – EXPERIÊNCIA DE FÍSICA – DILATAÇÃO TÉRMICA**

## EXERCÍCIOS

<https://www.youtube.com/watch?v=Yrfc3mCMQSU>

Prof Boaro – DILATAÇÃO TÉRMICA – Termologia – EXERCÍCIOS para REVISÃO de FÍSICA – EXC041 – 2020

<https://www.youtube.com/watch?v=oGgzaSG5wjl>

Prof Boaro – ESCALAS TERMOMÉTRICAS e DILATAÇÃO TÉRMICA – #MILITAR2020 – AULA 25 – 2020

<https://www.youtube.com/watch?v=xVjrg6dcWxk>

Prof Davi – FÍSICA – Enem 2018 – questão 118 – Dilatação térmica

<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/dilatacao-termica-dos-solidos.htm>

<https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-dilatacao-termica.htm>

<https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-dilatacao-linear.htm>

<https://exercicios.mundoeducacao.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-dilatacao-termica.htm>

<https://www.sofisica.com.br/conteudos/exercicios/dilatacao.php>

<https://fisicaevestibular.com.br/novo/fisica-termica/dilatometria/exercicios-de-vestibulares-com-resolucao-comentada-sobre-dilatacao-linear-superficial-volumetrica-e-dilatacao-dos-liquidos/>

<http://tudodeconcursosevestibulares.blogspot.com/2014/01/questoes-resolvidas-de-vestibulares.html>

<https://pt.slideshare.net/razonetecontabil/exercicios-resolvidos-dilatacao-termica>