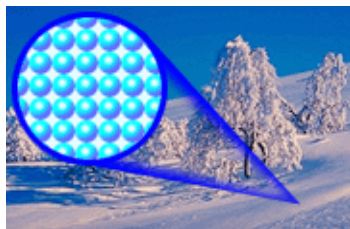
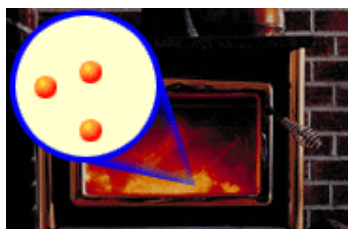




Termologia

Temperatura

Temperatura é a grandeza física escalar que nos permite avaliar o grau de agitação das moléculas de um corpo.



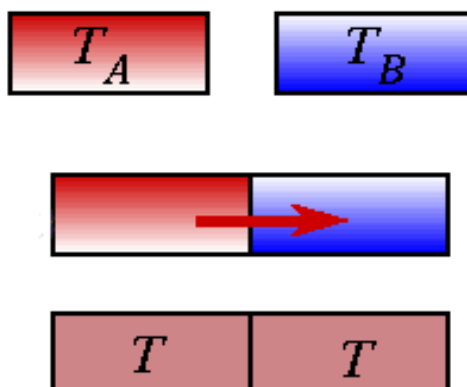
Quanto maior for o grau de agitação molecular, maior será a temperatura e maior será o grau de aquecimento do corpo

Maior grau de agitação molecular \Rightarrow maior temperatura
Menor grau de agitação molecular \Rightarrow menor temperatura

Equilíbrio térmico ocorre quando dois objetos com temperaturas diferentes são postos em contato um com o outro, e, depois de um certo tempo, eles apresentam uma temperatura comum.

Podemos dizer que o corpo de maior temperatura transfere parte da energia de suas moléculas às moléculas do corpo de menor temperatura, até que o estado de agitação molecular de ambos seja igual.

equilíbrio térmico = temperaturas iguais



Lei zero da Termodinâmica: *Dois corpos estão em equilíbrio térmico com um terceiro estão em equilíbrio térmico entre si.*

Termômetro

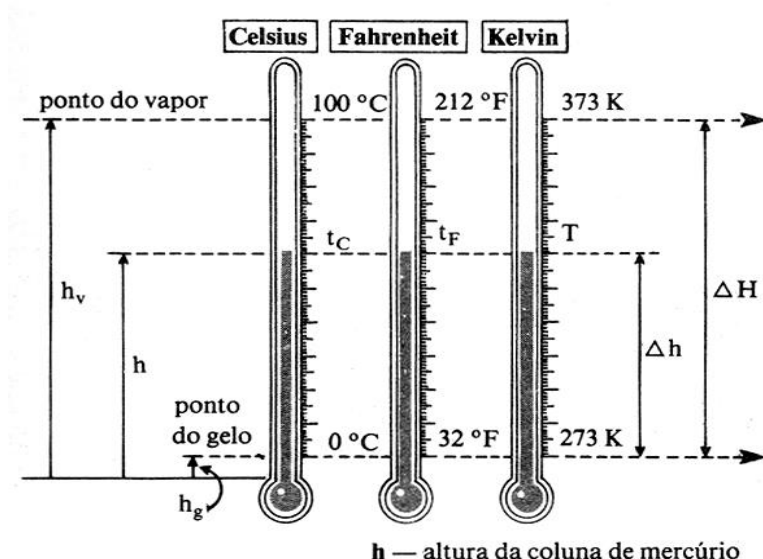
Termômetro é todo dispositivo utilizado para experimentar **variações de determinadas grandezas** (volume, pressão, resistência elétrica, etc.) com a temperatura.

Graduação do termômetro

Para podermos fazer uma **leitura numérica** da temperatura, o termômetro deve ser graduado segundo uma **escala de temperatura**.

Na graduação de um termômetro, costuma-se atribuir pontos de referência para a temperatura, que correspondem a **estados térmicos** bem determinados e de fácil obtenção na prática: são os chamados **pontos fixos**. Os dois pontos fixos mais comumente usados na construção de uma escala de temperatura são o **ponto de gelo** e o **ponto de vapor**.

Escala termométricas usuais



Temos, então:

$$\frac{t_c}{5} = \frac{t_F - 32}{9} = \frac{t_K - 273}{5}$$

$$t_F = 1,8t_c + 32$$

$$t_K = t_c + 273$$

Comparando-se as respectivas **variações** de temperaturas, temos:

$$\Delta F = 1,8\Delta C$$

$$\Delta K = \Delta C$$

Zero absoluto: sendo a temperatura uma medida da agitação térmica molecular, a menor temperatura corresponde à situação em que essa agitação cessa completamente. Esse limite inferior de temperatura é denominado zero absoluto e seu valor corresponde a $t_c = -273^\circ\text{C}$ ou $t_K = 0\text{K}$

Dilatação Térmica dos Sólidos

De um modo geral, quando aumentamos a temperatura de um corpo (sólido ou líquido), aumentamos a agitação das partículas que formam esse corpo. Isso causa um afastamento entre as partículas, resultando em um aumento nas dimensões do corpo (dilatação térmica). Por outro lado, uma diminuição na temperatura de um corpo acarreta uma redução em suas dimensões (contração térmica).

O aquecimento leva o sólido a dilatar-se em todas as direções, mas, dependendo do caso, a dilatação de um sólido pode ser considerada:

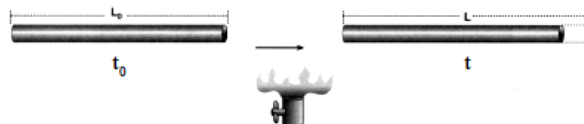
- **linear** – comprimento
- **superficial** – área
- **volumétrica** – volume

Experimentalmente, verifica-se que o aumento (Δ) do corpo é proporcional:

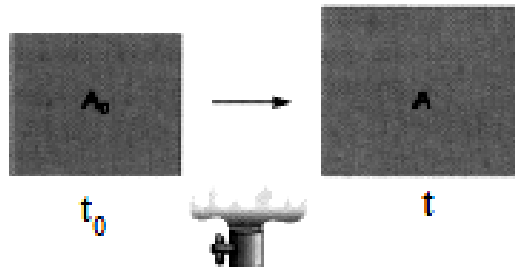
- *à dimensão inicial;*
- *à variação Δt da temperatura;*
- *ao coeficiente de dilatação – seu valor só depende da natureza do material que constitui o corpo.*

Temos então:

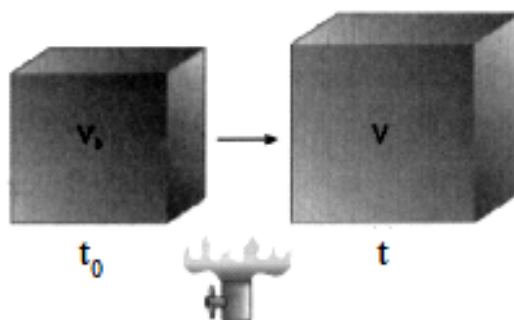
$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t \quad (\text{aumento linear})$$



$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta t \quad (\text{aumento superficial})$$



$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta t \quad (\text{aumento volumétrico})$$



Relação entre os coeficientes:

$$\frac{\alpha}{1} = \frac{\beta}{2} = \frac{\gamma}{3} \quad \beta = 2\alpha \quad \gamma = 3\alpha \quad \gamma = 1,5\beta$$

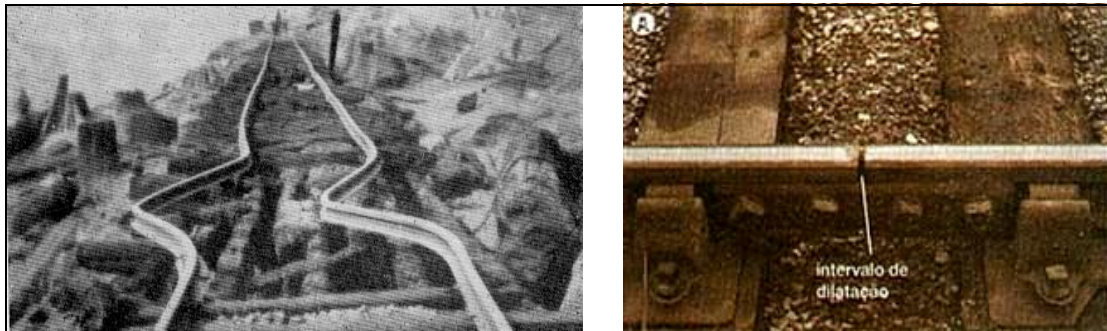
⇒ E na prática...

(I) – Portões de ferro abrem mais facilmente no inverno do que no verão ➡ no verão, o ferro tem seu volume aumentado, o que dificulta a abertura desses portões.

(II) – Recipientes de vidro grosso (como um copo), se quebram quando neles colocamos um líquido fervendo ➡ a ruptura acontece porque, ao contato com o líquido fervendo, as paredes externas dilatam menos do que as paredes internas, pois o vidro é mau condutor de calor. Existem vidros, como o pirex, preparados especialmente para que isto não ocorra. Recipientes de vidro pouco espesso não quebram tão facilmente em contato com o líquido fervendo, porque o vidro se aquece uniformemente, dilatando-se praticamente por igual.

(III) – A tampa metálica dos vidros de conserva e a tampa plástica dos vidros de esmalte são mais facilmente retiradas quando aquecidas ➡ a tampa se dilata mais do que o vidro.

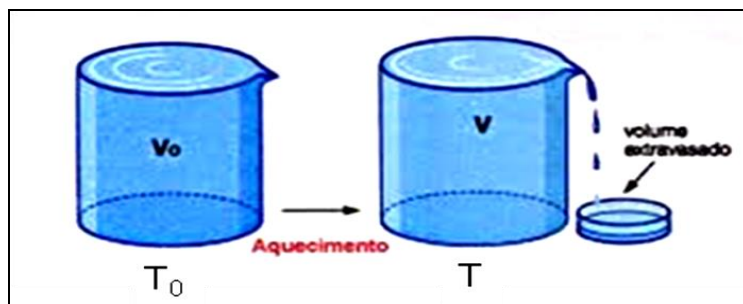
(IV) – As pontes metálicas ou de concreto ou edifícios longos possuem espaços denominados juntas de dilatação, as quais evitam as perigosas tensões térmicas, que causam colapso na estrutura. Pela mesma razão, os trilhos das ferrovias são dotados de um espaçamento entre eles.



Dilatação Térmica dos Líquidos

Os líquidos se comportam termicamente como os sólidos. Assim, a dilatação térmica de um líquido obedece a uma lei idêntica à da dilatação térmica dos sólidos. No entanto, para os líquidos, só se considera a dilatação térmica **volumétrica**.

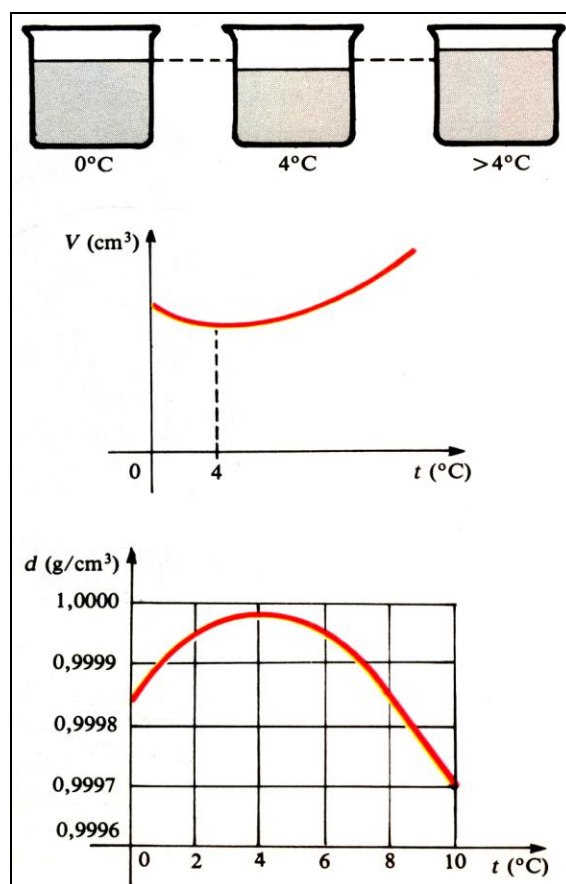
Como os líquidos são estudados estando contidos em recipientes, a medida do coeficiente de dilatação térmica dos líquidos é feita indiretamente.



Dilatação Anômala da Água

A maioria das substâncias, quando se solidificam, se contraem, isto é, diminuem seu volume e aumentam sua densidade. A água, porém, é uma exceção, já que se expande ao se solidificar, aumentando seu volume e diminuindo sua densidade. Esse estranho comportamento da água pode ser explicado pelas **pontes de hidrogênio**.

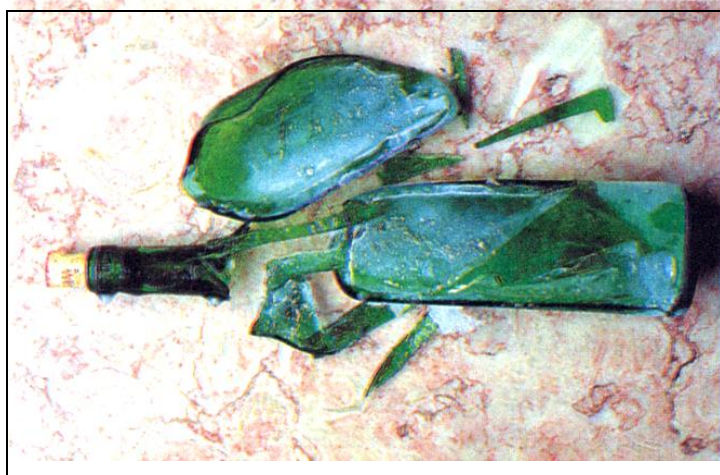
Observe a seguinte figura explicativa.



Aquecendo certa massa m de água, inicialmente a 0°C , verifica-se que de 0°C a 4°C , o volume diminui, pois o nível da água no recipiente baixa, ocorrendo **contração**. A partir de 4°C continua o aquecimento, o nível da água sobe, o que significa aumento de volume, ocorrendo **expansão**.

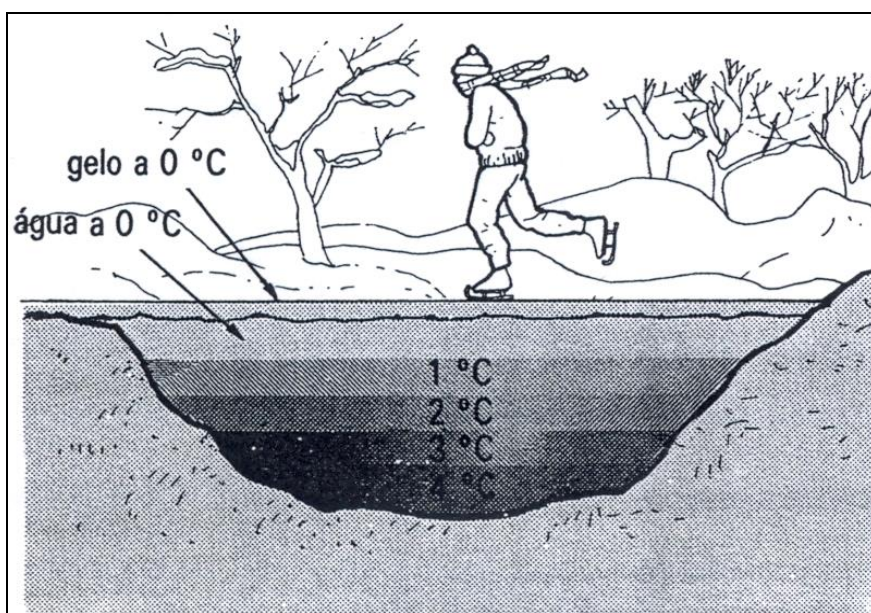
Portanto, a água apresenta um comportamento excepcional, contraindo-se quando aquecida de 0°C a 4°C . Nesse ponto (4°C), portanto, a água apresenta **volume mínimo e densidade máxima**.

Esse estranho comportamento é explicado pela constituição molecular da água: as moléculas da água no estado líquido estão unidas uma às outras através das *pontes de hidrogênio*.



Essa garrafa, que estava cheia de água, quebrou-se porque a água se dilata ao ser congelada.

Esse comportamento da água explica porque, nas regiões de clima muito frio, os lagos chegam a ter sua superfície congelada, enquanto no fundo a água permanece no estado líquido a 4°C , o que impede a possibilidade de se estabelecer o equilíbrio térmico por diferenças de densidades. Imagine a catástrofe que seria na natureza se fosse o contrário: o gelo fosse mais denso do que a água.



TREINANDO PARA O ENEM

01. Sabe-se que a coluna de mercúrio de um termômetro cresce linearmente com a temperatura. Considere que o comprimento dessa coluna seja de 3 cm, quando o termômetro estiver em equilíbrio térmico com o gelo em fusão e à pressão normal, e de 9 cm, quando o termômetro estiver em equilíbrio com os vapores de água em ebulição, também à pressão normal. Se o termômetro estiver marcando 35°C , a coluna de mercúrio terá um comprimento de, em cm,

- a) 2,1
- b) 4,3
- c) 5,1
- d) 7,2
- e) 12

02. Na construção de uma nova escala de temperatura, fixou-se para a temperatura de ebulição de um certo álcool o valor de 0°X e para a temperatura de ebulição da água, 100°X . Considerando que estas temperaturas são, respectivamente, 80°C e 100°C o valor da escala centígrada que corresponde ao valor 70°X , é, em $^{\circ}\text{C}$:

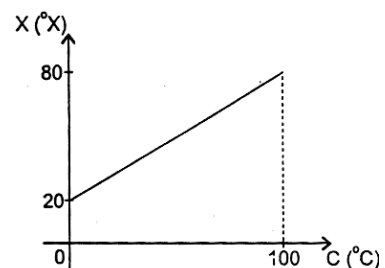
- a) 63
- b) 86
- c) 91
- d) 94
- e) 70

03. Uma escala termométrica **X** atribui 20°X para o ponto de gelo e 80°X para o ponto de vapor d'água. Quando um termômetro graduado na escala centígrada marcar 50°C , o termômetro graduado na escala **X** marcará:

- a) 30°X
- b) 40°X
- c) 50°X
- d) 60°X
- e) 70°X

04. Uma escala termométrica **X** relaciona-se com a escala Celsius, conforme o gráfico da figura. Quando o termômetro graduado na escala Celsius marcar 50° , a temperatura correspondente na escala **X** será

- a) 30
- b) 40
- c) 4,5
- d) 50
- e) 55



05. Termômetro é um aparelho que serve para medir:

- a) a quantidade de calor existente no sistema.
- b) a quantidade de calor que sai do sistema para dilatar a substância termométrica.
- c) a temperatura que passa do sistema para o termômetro.
- d) a temperatura do equilíbrio térmico entre sistema e termômetro.
- e) a energia interna do sistema.

06. Dois corpos em equilíbrio possuem o(a) mesmo(a):

- a) capacidade térmica.
- b) calor específico.
- c) temperatura.
- d) quantidade de calor.
- e) calor latente.

07. Um termômetro graduado na escala Kelvin é utilizado para medir a temperatura de um determinado líquido, acusando o valor 173K.

- a) se for utilizado um termômetro graduado na escala Celsius para medir essa temperatura, obtém-se um valor negativo.
- b) Essa temperatura, na escala Celsius, seria dada pelo valor 78°C.
- c) Essa temperatura corresponde ao ponto de fusão do gelo.
- d) Essa temperatura corresponde ao ponto de ebulição da água.
- e) Essa temperatura, na escala Celsius, seria dada pelo valor 278°C.

08. A temperatura média no mês de dezembro, na região abrangida pelo PEIES, é de 30°C. Essa temperatura, medida na escala Kelvin, corresponde, aproximadamente, a

- a) -273 K.
- b) 0 K.
- c) 243 K.
- d) 273 K.
- e) 303 K.

09. A gasolina é vendida por litro, mas em sua utilização como combustível, a massa é o que importa. Um aumento da temperatura do ambiente leva a um aumento no volume da gasolina. Para diminuir os efeitos práticos dessa variação, os tanques dos postos de gasolina são subterrâneos. Se os tanques **não** fossem subterrâneos:

I. Você levaria vantagem ao abastecer o carro na hora mais quente do dia, pois estaria comprando mais massa por litro de combustível.

II. Abastecendo com a temperatura mais baixa, você estaria comprando mais massa de combustível para cada litro.

III. Se a gasolina fosse vendida por kg em vez de por litro, o problema comercial decorrente da dilatação da gasolina estaria resolvido.

Destas considerações, somente

- a) I é correta.
- b) II é correta.
- c) III é correta.
- d) I e II são corretas.
- e) II e III são corretas.

10. Quando um frasco completamente cheio de um líquido é aquecido, ele transborda um pouco. O volume do líquido transbordado mede a dilatação:

- a) absoluta do líquido.
- b) absoluta do frasco.
- c) aparente do frasco.
- d) aparente do líquido.
- e) do frasco mais a do líquido.

11. Tratando-se da dilatação dos sólidos isotrópicos e dos líquidos homogêneos, é correto afirmar:

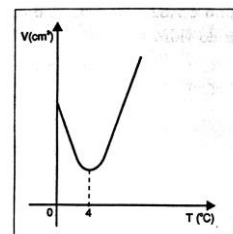
- a) Uma esfera oca, quando aquecida, se dilata como se estivesse preenchida pela mesma substância que a constitui.
- b) O coeficiente de dilatação volumétrica para os sólidos, é igual ao dobro do coeficiente de dilatação superficial.
- c) A dilatação real do líquido depende do recipiente que o contém.
- d) A dilatação aparente do líquido é a mesma, quando medida em recipientes de volumes iguais e constituídos de materiais diferentes.
- e) A dilatação aparente dos líquidos é sempre maior do que a dilatação real.

12. (UFRGS) Em certo instante, um termômetro de mercúrio com paredes de vidro, que se encontra à temperatura ambiente, é imerso em um vaso que cortam água a 100°C . Observa-se que, no início, o nível da coluna de mercúrio cai um pouco e, depois, se eleva muito acima do nível inicial. Qual das alternativas apresenta uma explicação correta para esse fato?

- a) a dilatação do vidro das paredes do termômetro se inicia antes da dilatação do mercúrio.
- b) O coeficiente de dilatação volumétrica do vidro das paredes do termômetro é maior que o do mercúrio.
- c) A tensão superficial do mercúrio aumenta em razão do aumento da temperatura.
- d) À temperatura ambiente, o mercúrio apresenta um coeficiente de dilatação volumétrica negativo, tal como a água entre 0°C e 4°C .
- e) O calor específico do vidro das paredes do termômetro é menor que o do mercúrio.

13. (FURG-RS) O gráfico da figura mostra o comportamento do volume de uma determinada massa de água, em função da temperatura. Analisando o gráfico, observamos que a densidade da água:

- a) é mínima a 4°C .
- b) é constante qualquer que seja a temperatura.
- c) diminui com o aumento de temperatura.
- d) aumenta a partir de 4°C .
- e) aumenta de 0 a 4°C .



14. (PUC-RS) Um recipiente contém certa massa de água com temperatura inicial de 2°C e sob pressão normal. Quando é aquecido, ocorre uma variação de temperatura de 3°C . Pode-se afirmar que, nesse caso, o volume da água:

- a) diminui depois aumenta.
- b) aumenta depois diminui.
- c) diminui.
- d) aumenta.
- e) permanece constante.

15. Se o vidro de que é feito um termômetro de mercúrio tiver o mesmo coeficiente de dilatação cúbica do mercúrio, pode-se dizer, corretamente, que esse termômetro:

- a) não funciona.
- b) funciona com precisão abaixo de 0°C .
- c) funciona com precisão acima de 0°C .
- d) funciona melhor do que os termômetros comuns.
- e) funciona independente de qualquer valor atribuído

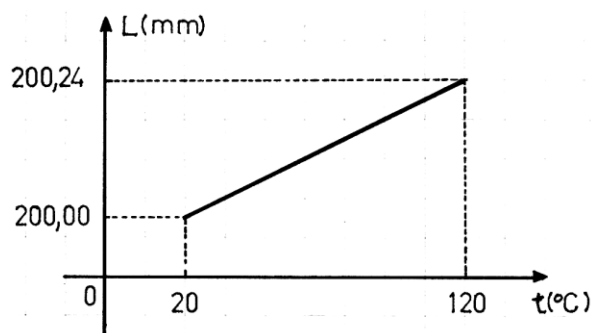
16. Um frasco, cuja capacidade a zero grau Celsius é 2000 cm^3 , está cheio até a boca com determinado líquido. O conjunto foi aquecido de 0°C a 100°C , transbordando 14 cm^3 . O coeficiente de dilatação aparente desse líquido, em relação ao material do frasco, é, em $^\circ\text{C}^{-1}$, igual a:

- a) $7,0 \cdot 10^{-6}$
- b) $7,0 \cdot 10^{-5}$
- c) $7,0 \cdot 10^{-4}$
- d) $7,0 \cdot 10^{-3}$
- e) $7,0 \cdot 10^{-2}$

17. A maioria das estruturas de construções residenciais é feita com uma combinação de concreto (mistura de cimento, areia, pedra e água) e aço. A essa combinação é dado o nome de concreto armado. Um dos motivos de sua utilização é o fato de que o concreto e o aço apresentam determinada característica térmica semelhante, o que diminui sensivelmente a probabilidade de surgirem tensões térmicas. A grandeza que mede essa característica térmica é denominada:

- a) coeficiente de condutibilidade térmica.
- b) calor específico.
- c) capacidade térmica.
- d) coeficiente de dilatação.
- e) coeficiente de convecção do calor.

18. A variação do comprimento de um fio de aço em função da temperatura é mostrada na figura a seguir:



O coeficiente de dilatação linear do aço é de, aproximadamente,

- a) $1,2 \cdot 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- b) $1,2 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- c) $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- d) $12 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- e) $12 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

19. Uma chapa metálica tem um orifício circular e está a uma temperatura de 10°C . A chapa é aquecida até uma temperatura de 50°C . Enquanto ocorre o aquecimento, o diâmetro do orifício:

- a) aumenta continuamente.
- b) diminui continuamente.
- c) permanece inalterado.
- d) aumenta e depois diminui.
- e) diminui e depois aumenta.

20. A temperatura de um bloco sólido e homogêneo é elevada de 30°C a 830°C , e ele permanece no estado sólido. Nesse processo, o volume do bloco sofre um aumento percentual de 4,8.

O coeficiente de dilatação linear médio do material do bloco vale, então,

- a) $60 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- b) $50 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- c) $40 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- d) $30 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- e) $20 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

21. João precisa abrir um recipiente de conserva cuja tampa está emperrada. O recipiente é de vidro comum, e a tampa é de alumínio. Para facilitar a abertura, sugeriu-se que ele colocasse a tampa próximo da chama do fogão por alguns segundos, e, imediatamente após afastar o recipiente da chama, tentasse abri-lo. O procedimento sugerido vai favorecer a separação entre a tampa e o recipiente, facilitando a tarefa de destampá-lo, porque:

- a) o coeficiente de dilatação térmica do vidro é maior do que o do alumínio.
- b) o coeficiente de dilatação térmica do alumínio é maior que o do vidro.
- c) o calor da chama diminui a pressão interna do líquido da conserva.
- d) o calor da chama diminui o volume do recipiente.
- e) o coeficiente de dilatação térmica do vidro é nulo.

22. O coeficiente de dilatação linear do ferro é $12 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. Para o cálculo de sua dilatação volumétrica, o coeficiente, em $10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, será:

- a) 4
- b) 6
- c) 12
- d) 24
- e) 36

23. A densidade de um bloco de ferro determinada a 10 graus centígrados apresentou um valor μ_1 . Essa medida foi comparada por outra μ_2 à temperatura de 20 graus centígrados. Então, pode-se afirmar que:

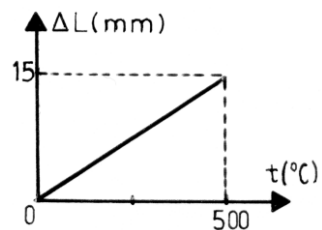
- a) $\mu_1 = \mu_2$
- b) $\mu_1 > \mu_2$
- c) $\mu_1 < \mu_2$
- d) $\mu_1 = 2\mu_2$
- e) $\mu_1 = \mu_2^{1/2}$

24. Uma barra de ferro mede 1,0m a 10°C . Considerando o coeficiente de dilatação linear do ferro igual a $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, pode-se afirmar que a variação de comprimento dessa barra, quando a temperatura aumentar para 110°C , será de:

- a) $1,2 \cdot 10^{-1} \text{ m}$
- b) $1,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$
- c) $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- d) $1,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}$
- e) $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}$

25. O gráfico a seguir representa a variação em milímetros, do comprimento de uma barra metálica, de tamanho inicial igual a 1000 metros, aquecida em um forno industrial. Qual é o valor do coeficiente de dilatação térmica linear do material de que é feita a barra, em unidades de $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

- a) 3,00
- b) 0,30
- c) 0,03
- d) 0,05
- e) 0,50



| Gabarito | | | | | | | | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1C | 2D | 3C | 4D | 5D | 6C | 7A | 8E | 9E | 10D |
| 11A | 12A | 13E | 14A | 15A | 16B | 17D | 18B | 19A | 20E |
| 21B | 22E | 23B | 24C | 25C | | | | | |