



Universidad Autónoma Chapingo
Dpto. de Preparatoria Agrícola
Área de Física



“Escalas y Conversión de Escalas de Temperatura”

Noviembre del 2020



Sólo nos resta discutir el procedimiento para asignar valores de temperatura de los estados de un termómetro, o sea, la manera de cómo se determina una escala de temperatura.



Lo que se hace es asociar cambios en la propiedad termométrica con cambios en la temperatura. En el caso de un termómetro de líquido como el mercurio, se asocia su volumen con la temperatura.



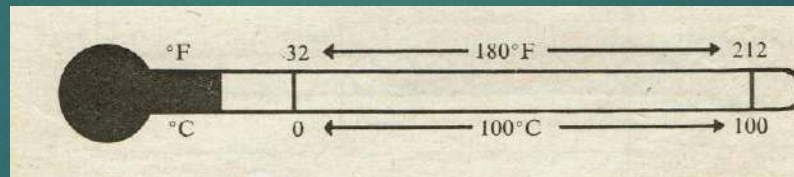
Para diferentes volúmenes se tendrán diferentes temperaturas. El problema de utilizar el volumen como variable termométrica es que el cambio de volumen en un líquido no es muy fácil de percibir.



Para que pueda ser fácil de percibir el cambio de volumen del líquido, se encerró en un bulbo de vidrio que tenía unido un tubo capilar por el cual subiría el líquido. De esta forma, se pueden percibir fácilmente los diferentes estados en los que se encuentra el líquido.

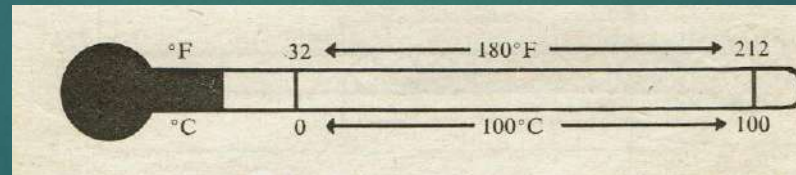


La figura muestra la forma en que el líquido se encuentra dentro del bulbo y el tubo capilar.



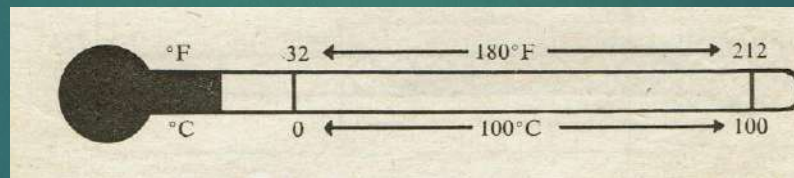


Cuando el termómetro se encuentra en equilibrio térmico con el hielo al estarse fundiendo, se le asigna arbitrariamente el valor de 32 grados.



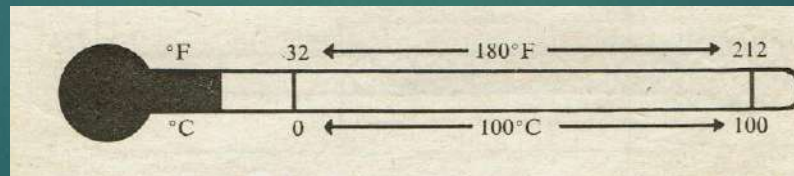


A ese estado particular del termómetro se le hace una marca a la altura en la que se encuentra el mercurio.



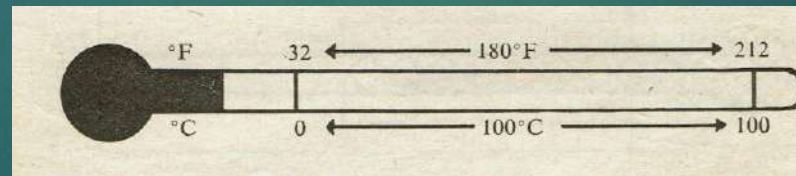


Cuando el termómetro se encuentra en equilibrio con agua hirviendo, se le asigna al termómetro la temperatura de 212 y se marca de nuevo la longitud de la columna.



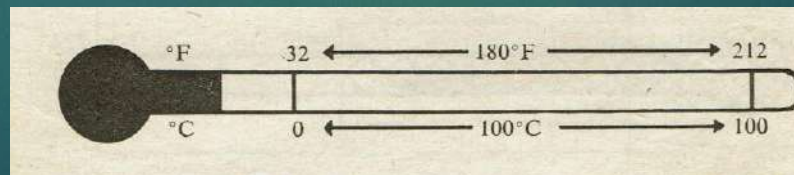


La distancia entre las dos marcas se divide en 180 partes iguales y a cada parte se le llamó grado Fahrenheit, en honor al inventor de esta escala.



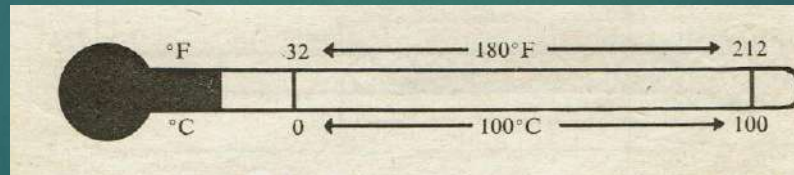


El astrónomo sueco Andrés Celsius procedió de forma análoga. Los puntos fijos son los mismos, pero asignó el valor de 0 a la temperatura del hielo fundente y 100 a la temperatura del agua hirviendo.





De manera similar dividió la longitud entre las dos marcas, sólo que en 100 partes y a cada una se le denominó grado Celsius o centígrado.

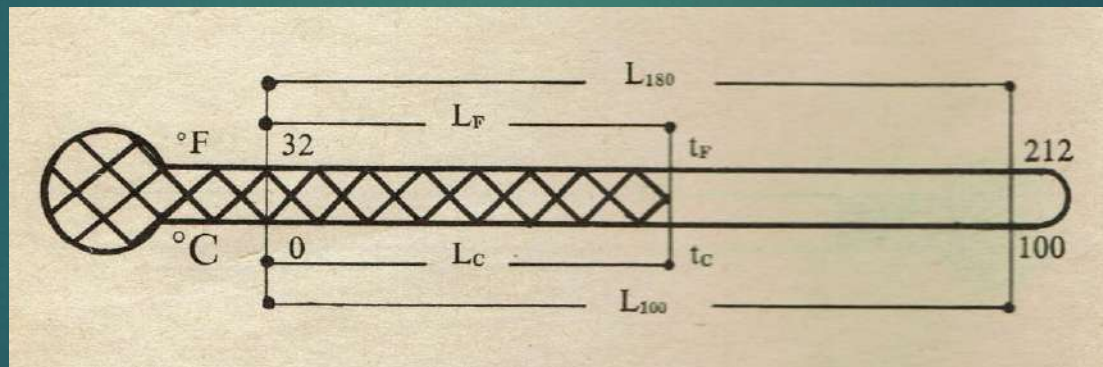




La equivalencia entre ambas temperaturas, la Fahrenheit y la Centígrada, se puede encontrar si se toma en cuenta el hecho de que se establezca una proporcionalidad entre ambas escalas.

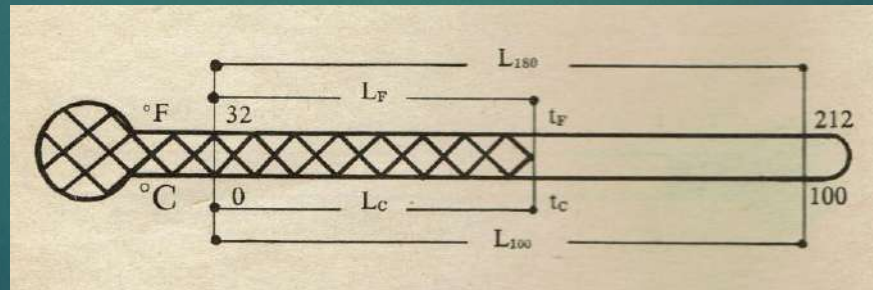


Consideremos un termómetro graduado con ambas escalas, como el mostrado en la figura.





Vemos en la figura que 0 grados centígrados equivalen a 32 grados Fahrenheit y que 100 grados centígrados equivalen a 212 grados Fahrenheit.

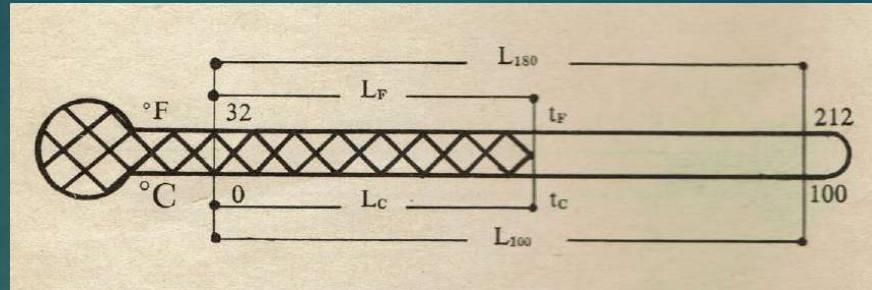




La proporción entre ambas escalas es:

$$\frac{212^{\circ}F - 32^{\circ}F}{100^{\circ}C - 0^{\circ}C} = \frac{180^{\circ}F}{100^{\circ}C} = 1.8^{\circ}F / ^{\circ}C$$

Lo que significa que por cada 1.8 grados Fahrenheit que aumente la temperatura, aumentará 1 grado la temperatura centígrada.

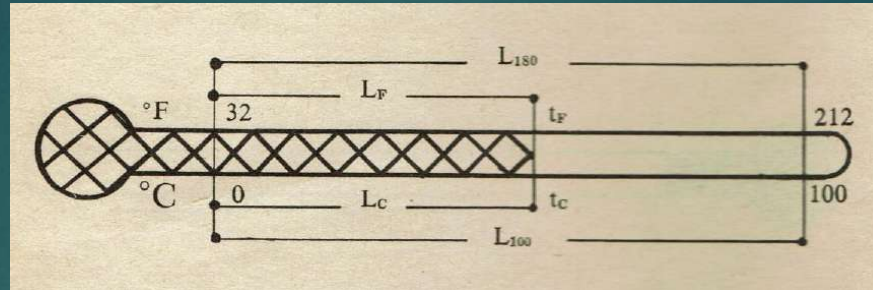


Al observar la figura, podemos concluir que:

$$\frac{t_F - 32^{\circ}F}{t_C - 0^{\circ}C} = 1.8^{\circ}F / ^{\circ}C$$

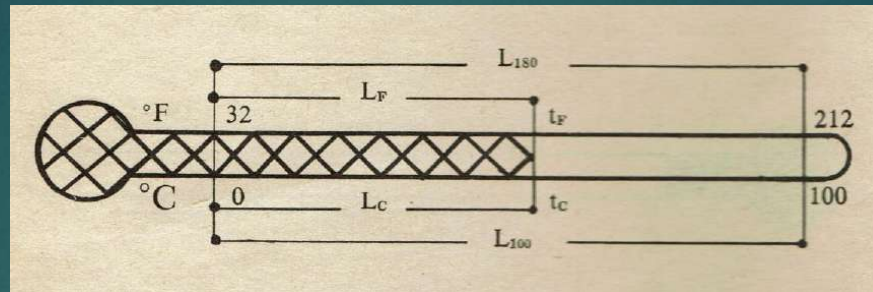
Es decir:

$$t_F = t_C(1.8^{\circ}F / ^{\circ}C) + 32^{\circ}F$$



Esta ecuación transforma la temperatura Centígrada a Fahrenheit.

$$t_F = t_C(1.8 \text{ } ^\circ F / \text{ } ^\circ C) + 32 \text{ } ^\circ F$$



Para transformar de temperatura Fahrenheit a Centígrada sólo se requiere despejar, es decir:

$$t_C = \frac{t_F - 32^{\circ}F}{1.8^{\circ}F/^{\circ}C}$$



Como ejemplo, suponga que queremos conocer la temperatura Fahrenheit de 10 grados centígrados.

Sustituyendo en la ecuación, se tiene:

$$t_F = t_C(1.8 \text{ } ^\circ F / \text{ } ^\circ C) + 32 \text{ } ^\circ F$$

$$t_F = (10 \text{ } ^\circ C)(1.8 \text{ } ^\circ F / \text{ } ^\circ C) + 32 \text{ } ^\circ F$$

Es decir:

$$t_F = 50 \text{ } ^\circ F$$



Como siguiente ejemplo, suponga que queremos conocer la temperatura centígrada de 100 grados Fahrenheit. Sustituyendo en la ecuación correspondiente, se tiene:

$$t_C = \frac{t_F - 32\text{ }^{\circ}\text{F}}{1.8\text{ }^{\circ}\text{F}/^{\circ}\text{C}} = \frac{100\text{ }^{\circ}\text{F} - 32\text{ }^{\circ}\text{F}}{1.8\text{ }^{\circ}\text{F}/^{\circ}\text{C}} = 37.78\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Es decir:

$$t_C = 37.78\text{ }^{\circ}\text{C}$$



Si queremos encontrar la ecuación que relaciona la escala centígrada con la absoluta o Kelvin, debemos proceder como se hizo anteriormente.

Se debe asociar una temperatura al punto de fusión y al punto de ebullición del agua. No se deben asociar iguales temperaturas ya que son diferentes estados.



Para el punto de fusión del agua, la temperatura centígrada es de 0 grados y en la escala absoluta o Kelvin es de 273. Para el punto de ebullición del agua, la temperatura centígrada es de 100 grados y en la escala absoluta o Kelvin es de 373.

De esta forma: 0 grados centígrados equivalen a 273 K y 100 grados centígrados equivalen a 373 Kelvin.



Igualando ambas proporciones, se tiene:

$$\frac{t_K - 273 K}{t_C - 0 ^\circ C} = 1 K / ^\circ C$$

Es decir:

$$t_K = t_C (1 K / ^\circ C) + 273 K$$



Para transformar de temperatura Kelvin a centígrada sólo se requiere despejar, es decir:

$$t_C = \frac{t_K - 273 \text{ K}}{1 \text{ K} / ^\circ\text{C}}$$



Como ejemplo, suponga que queremos conocer la temperatura Kelvin de 35 grados centígrados.

Sustituyendo en la ecuación, se tiene:

$$t_K = t_C (1 \text{ K} / ^\circ\text{C}) + 273 \text{ K}$$

$$t_K = (30 ^\circ\text{C})(1 \text{ K} / ^\circ\text{C}) + 273 \text{ K} = 303 \text{ K}$$

Es decir:

$$t_K = 303 \text{ K}$$



Como siguiente ejemplo, suponga que queremos conocer la temperatura centígrada de 100 grados Kelvin. Sustituyendo en la ecuación correspondiente, se tiene:

$$t_C = \frac{t_K - 273 \text{ K}}{1 \text{ K}/^{\circ}\text{C}} = \frac{100 \text{ K} - 273 \text{ K}}{1 \text{ K}/^{\circ}\text{C}} = -173 ^{\circ}\text{C}$$

Es decir:

$$t_C = -173 ^{\circ}\text{C}$$



Si queremos encontrar la ecuación que relaciona la escala centígrada con una escala hipotética, debemos proceder como se hizo anteriormente.

Se debe asociar una temperatura al punto de fusión y al punto de ebullición del agua. No se deben asociar iguales temperaturas ya que son diferentes estados.



Para el punto de fusión del agua, la temperatura centígrada es de 0 grados y consideremos que en la escala hipotética se tienen 200 °B. Para el punto de ebullición del agua, la temperatura centígrada es de 100 grados y en la escala hipotética de 400 °B. De esta forma: 0 grados centígrados equivalen a 200 °B y 100 grados centígrados equivalen a 400 °B.



La proporción entre ambas escalas es:

$$\frac{400\text{ }^{\circ}\text{B} - 200\text{ }^{\circ}\text{B}}{100\text{ }^{\circ}\text{C} - 0\text{ }^{\circ}\text{C}} = 2\text{ }^{\circ}\text{B} / ^{\circ}\text{C}$$

Lo que significa que por cada 2 °B que aumente la temperatura, aumentará 1 °C



Igualando ambas proporciones, se tiene:

$$\frac{t_B - 200\text{ }^{\circ}\text{B}}{t_C - 0\text{ }^{\circ}\text{C}} = 2\text{ }^{\circ}\text{B}/\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Es decir:

$$t_B = t_C (2\text{ }^{\circ}\text{B}/\text{ }^{\circ}\text{C}) + 200\text{ }^{\circ}\text{B}$$



Para transformar la temperatura expresada en °B a centígrada sólo se requiere despejar, es decir:

$$t_C = \frac{t_B - 200^{\circ}\text{B}}{2^{\circ}\text{B} / ^{\circ}\text{C}}$$



Como ejemplo, suponga que queremos conocer la temperatura en $^{\circ}\text{B}$ de 35 grados centígrados. Sustituyendo en la ecuación, se tiene:

$$t_B = t_C (2^{\circ}\text{B} / ^{\circ}\text{C}) + 200^{\circ}\text{B}$$

$$t_B = (35^{\circ}\text{C})(2^{\circ}\text{B} / ^{\circ}\text{C}) + 200^{\circ}\text{B}$$

Es decir:

$$t_B = 303^{\circ}\text{B}$$

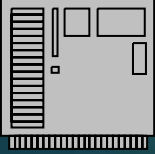


Como siguiente ejemplo, suponga que queremos conocer la temperatura centígrada de 20°B . Sustituyendo en la ecuación correspondiente, se tiene:

$$t_C = \frac{t_B - 200^{\circ}\text{B}}{2^{\circ}\text{B}/^{\circ}\text{C}} = \frac{20^{\circ}\text{B} - 200^{\circ}\text{B}}{2^{\circ}\text{B}/^{\circ}\text{C}} = -90^{\circ}\text{C}$$

Es decir:

$$t_C = -90^{\circ}\text{C}$$



Atentamente:

Dr. Guillermo Becerra Córdova

Página: <http://virtual.chapingo.mx/fis>