

## CALOR COMO ENERGÍA

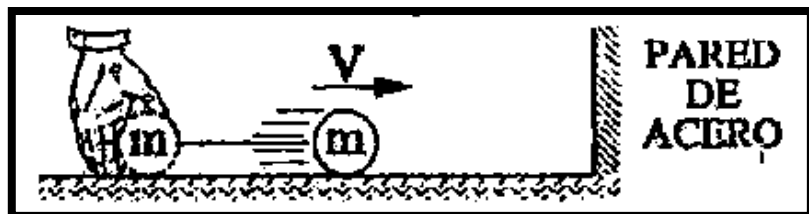
### ❖ OBJETIVO

Conocer una serie de fenómenos en los cuales las sustancias (en virtud a ciertas propiedades que posee) experimentan cambios de temperatura; cambios en su estado físico, cambios en sus dimensiones geométricas cuando intercambia energía en forma de calor con otros cuerpos.

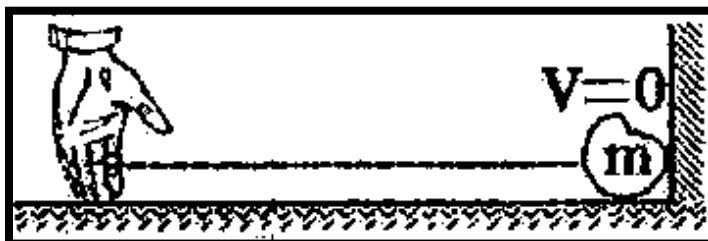
**Comentario:** Hasta ahora nos interesaba solamente analizar a los cuerpos como cambiaban de posición y rapidez, es decir en mecánica analizamos la constante transformación que experimentaba la energía cinética en por ejemplo energía potencial gravitatoria, ahora entenderemos como la energía mecánica se transforma en otro tipo de energía.

El estudio de los fenómenos térmicos nos permitirá responder a las siguientes interrogantes. ¿Qué ocurre con la naftalina al ser dejado al aire libre?, ¿Qué ocurre si mezclamos dos sustancias a diferentes temperaturas? ¿Por qué existe una separación entre las rieles de un tren?

Consideremos una esfera pequeña de plomo deslizándose sobre una superficie horizontal lisa.



Observamos que la esfera tiene sólo energía cinética respecto a la superficie entonces tiene energía mecánica.



Al chocar con la pared dicha esfera se detiene, es decir su energía cinética es cero, entonces: La esfera no tiene energía mecánica respecto al piso.

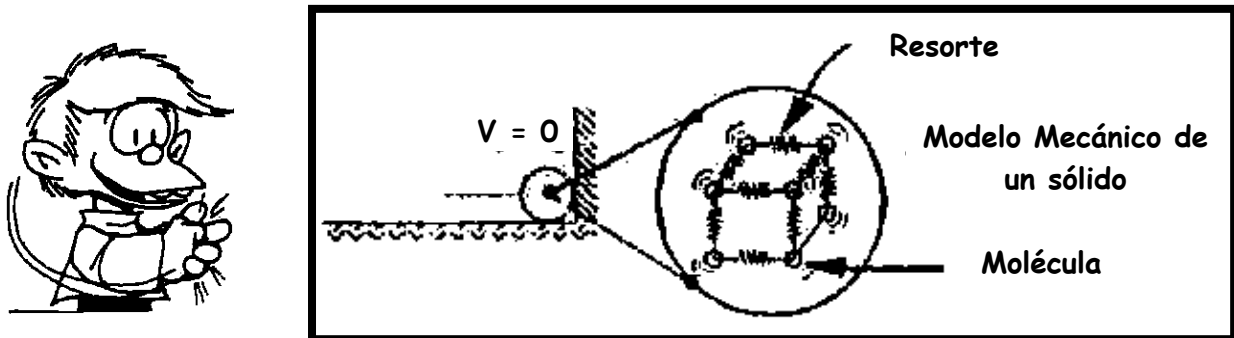
**Pero:** (Del gráfico)

### ¿Qué ocurrió con la energía mecánica de la esfera?

Sabemos que la energía no se crea ni se destruye solamente experimenta cambios, entonces es lógico pensar que la energía mecánica se transforma en otro tipo de energía que ocasionan nuevos cambios para nuestro entender, por ejemplo el hecho de que la esfera este deformada y se encuentre ligeramente mas caliente tiene que estar relacionada con esta transformación de energía, para comprender esto nos preguntamos:

### ¿Qué ocurre en el interior de la esfera?

Para ello consideramos en forma práctica un modelo mecánico.



Al interior de la sustancia las moléculas se encuentran en constante movimiento de vibración e interacción, a las interacciones entre ellas las representaremos con resortes imaginarios.

Cabe mencionar que al movimiento desordenado de un conjunto de moléculas se le denomina **Movimiento Térmico**.

Entonces, debido al impacto las moléculas de la esfera experimentan cambios de posición relativa (se acercan o alejan de las otras), variando de esta manera su energía potencial relativa, además la intensidad del movimiento térmico aumenta luego del choque, notamos pues que la energía que hay en el interior de la esfera aumento y ello es consecuencia de que la energía mecánica de ha transformado y a pasado a formar parte del cuerpo.

### ¿Cómo denominaremos a la energía que posee el conjunto de las moléculas que conforman un cuerpo?

Rpta.: energía interna

(U): Es la energía total debido al movimiento térmico de su molécula y a la interacción entre ellas.

$$U = \Sigma E_k + \Sigma E_p$$

$\Sigma E_k$  : Suma de las energías debido al movimiento térmico.

$\Sigma E_p$  : Suma de la energía debido a la interacción eléctrica.



Pero en el interior de un cuerpo debido a las constantes interacciones, la velocidad de las moléculas, cambian constantemente y por dicho motivo es difícil determinar la energía interna, entonces buscaremos otra forma de medir indirectamente la situación energética en el interior de los cuerpos, para ello utilizaremos ciertos parámetros macroscópicos, los cuales son la presión, volumen, temperatura, etc.

### ¿Qué es la temperatura?

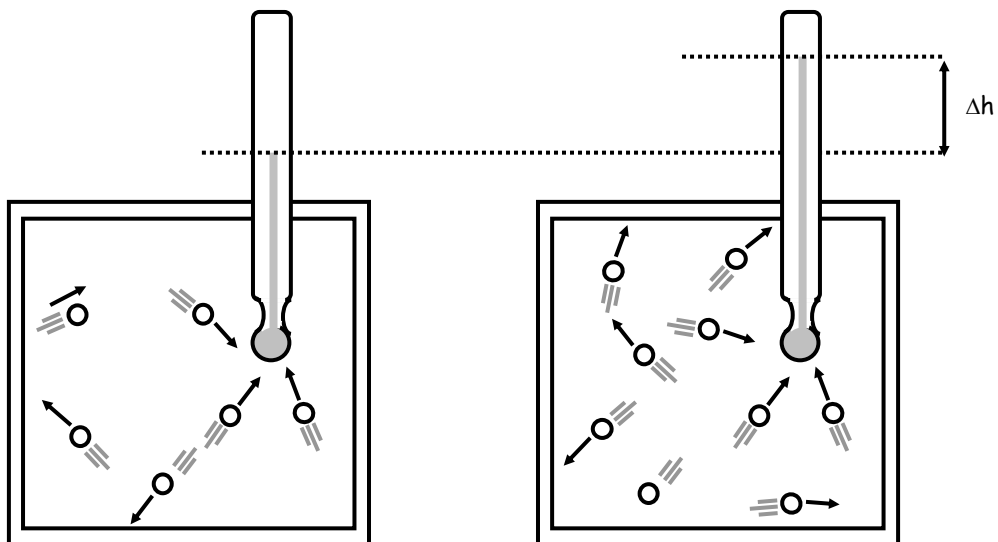
**Rpta.:** De acuerdo a lo que hemos enunciado, resulta difícil, por no decir imposible, estudiar al movimiento térmico, individualmente, o sea, molécula por molécula, "necesariamente" tendrá que ser estudiado como sistema, es decir, a las moléculas en conjunto.

Sabemos también, que, los fenómenos que pueda originar, en este caso un sistema, depende básicamente de su energía, la cual a su vez es función del movimiento molecular y de la interacción. Cuando ingresamos un "Termómetro" lo que estamos haciendo es medir indirectamente la energía del sistema. cuando ingresamos el termómetro a un sistema termodinámico, este va a reaccionar con la variación de la altura de la columna de mercurio (fig. 3), lo que indica, una aumento o disminución de la intensidad con que impactan las moléculas en el bulbo del termómetro, pero para nada es un indicador de la fuerza de interacción de las moléculas. Entonces el termómetro mide indirectamente la energía de un sistema, pero sólo la correspondiente al "movimiento molecular".

Lo que este termómetro nos mide es la temperatura del sistema, por lo tanto:

**La temperatura es la magnitud escalar que mide el grado de agitación molecular por unidad de mol de un sistema termodinámico.**

Fig. 3



### ❖ ESCALAS TERMOMÉTRICAS

Existen dos escalas relativas y dos escalas absolutas; siendo las relativas en base a una posición de la columna de mercurio en el termómetro y que corresponde a un estado termodinámico de una sustancia (agua y amoníaco) y las absolutas las que sí se miden en base al movimiento molecular.

**Relativas:** - Celsius  
- Fahrenheit

**Absolutas:** - Kelvin  
- Rankine

**ESCALA CELSIUS.** - Unidad:  $1^{\circ}\text{C}$  (grado Celsius) y es 1/100 de la altura de variación entre el punto de fusión y ebullición del agua.

$$T_{\text{Fusión}} = 0^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{Ebullición}} = 100^{\circ}\text{C}$$

**ESCALA FAHRENHEIT.** - Unidad :  $1^{\circ}\text{C}$  (grado Fahrenheit) y es 1/180 de la altura de variación entre el punto de congelación y ebullición de sales de amoníaco.

$$T_{\text{Fusión}} = 0^{\circ}\text{F}$$

$$T_{\text{Ebullición}} = 180^{\circ}\text{F}$$

En equivalencia:

$$T_{\text{Fusión}} = 32^{\circ}\text{F}$$

$$T_{\text{Ebullición}} = 212^{\circ}\text{F}$$

Agua

Agua

**ESCALA KELVIN.** - Unidad: 1K (grado Kelvin) y es la variación de temperatura que hace variar cualquier volumen de un gas ideal en 1/273 ava parte del volumen inicial. (aumentando o disminuyendo).

Sist. Sin movimiento = 0 K (cero absoluto)

Térmico alguno

En variación:

Equivalencia:

$$1\text{ K} = 1^{\circ}\text{C}$$

$$0^{\circ}\text{C} = 273\text{ K}$$

y

$$100^{\circ}\text{C} = 373\text{ K}$$

**ESCALA RANKINE.** - Unidad : 1 R (grado Rankine) y es la variación de temperatura que hace variar cualquier volumen de un gas ideal en 1/460 ava parte del volumen inicial (aumentando o disminuyendo)

Sist. Sin movimiento = 0 R (cero absoluto)

Térmico alguno



Para las escalas:

$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	K	R
100	212	373	672
C	F	K	R
0	32	273	492
- 273	- 460	0	0

Considerando:

C → Temperatura en  $^{\circ}\text{C}$

F → Temperatura en  $^{\circ}\text{F}$

K → Temperatura en K

R → Temperatura en R

y de Teorema de Tales:

$$\frac{C-0}{100-0} = \frac{F-32}{212-32} = \frac{K-273}{373-273} = \frac{R-492}{672-492}$$

$$\frac{C}{100} = \frac{F-32}{180} = \frac{K-273}{100} = \frac{R-492}{180}$$

$$\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5} = \frac{R-492}{9}$$

Teniéndose los siguientes casos particulares:

C → K:

$$K = C + 273$$

F → R:

$$R = F + 460$$

Para variación:

$$\Delta T (^{\circ}\text{C}) = 1,8 \Delta T (^{\circ}\text{F})$$

$$\Delta T (\text{K}) = 1,8 \Delta T (\text{R})$$

Ejm. Si queremos:

Pasar 27°C a K :  $K = 27 + 273 \rightarrow K = 300 \therefore T = 300 \text{ K}$

Pasar 40°F a R:  $R = 40 + 460 \rightarrow R = 500 \therefore T = 500 \text{ K}$



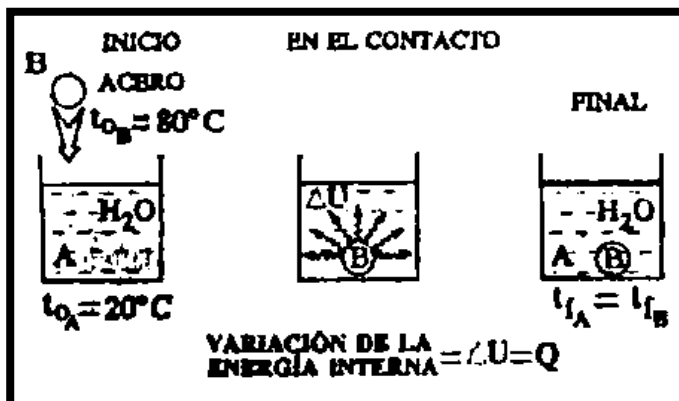
Es decir el termómetro se elevará la misma altura, pero los valores en cada escala son diferentes.



# Calor sensible (Qs)

- ¿Qué ocurre cuando ponemos en contacto a dos cuerpos que se encuentran a diferentes temperaturas?

Por ejemplo, una esfera de acero y una cierta cantidad de agua contenida en un recipiente.



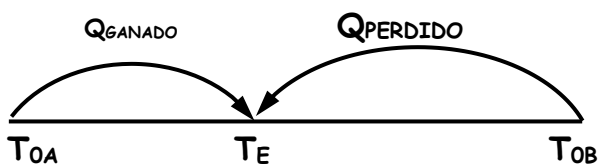
Se observa que la temperatura del agua se incrementa por tanto la energía interna del agua aumenta y por ello podemos concluir que la esfera "B" le está transfiriendo cierta cantidad de energía interna al agua y esto ocurre en forma espontánea desde la sustancia de mayor temperatura (B) hacia el de menor temperatura (A), a esa energía transferida le denominaremos calor (Q)

- ¿Cuándo cesa esa transferencia de energía?

Cuando ambos alcanzan una misma temperatura, denominada temperatura de equilibrio térmico ( $T_E$ )

$$T_{FA} = T_{FB} = T_E$$

Para representar en forma práctica esa transferencia de energía utilizaremos un DIAGRAMA LINEAL de temperaturas, como se muestra a continuación:



Cuando ambas sustancias adquieren la temperatura ( $T_E$ ), se encuentra en equilibrio térmico, entonces, por conservación de la energía.

$$Q_{ganado} = Q_{perdido}$$

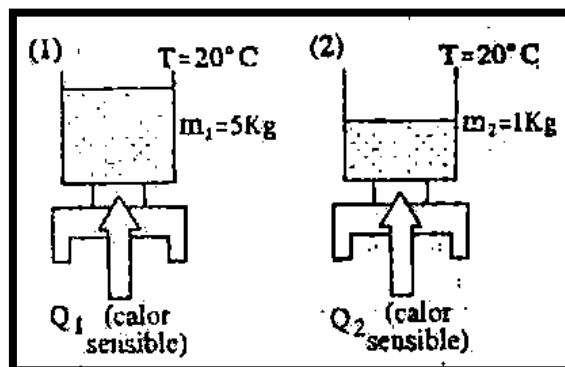
- ¿Qué efectos físicos ocasiona el calor?

1. Cambio de temperatura de las sustancias
2. Cambio de fase
3. Aumento en las dimensiones geométricas de los cuerpos, al cual se le denomina dilatación.

❖ CAMBIO DE TEMPERATURA

**Calor Sensible (Qs).** Es la cantidad de calor que se requiere para que una sustancia cambie la temperatura.

Consideremos a dos recipientes idénticos que contienen diferentes cantidades de agua. Colocados ambos a las hornillas de una cocina.



Si se encienden las hornillas y se quiere que alcancen ambos la misma temperatura por ejemplo 50°C, entonces se debe entregar mayor calor al recipiente que tiene mayor masa de agua.

⇒  $Q_s \propto m$  ..... (1)

Además podemos notar que cuanto mayor cantidad de calor se le suministre a un cuerpo mayor será el cambio en su temperatura por tanto:

⇒  $Q_s \propto \Delta T$  ..... (2) de (1) y (2)

$Q_s \propto m \Delta T$   $Q_s = (\text{constante}) m \Delta T$

A esta constante le denominaremos calor específico ( $C_E$ ), depende del tipo de sustancia y de la fase en que se encuentra la sustancia.

$Q_s = C_E \cdot m \cdot \Delta T$

$\Delta T$  : variación de la temperatura

$C_E$  : calor específico

$m$  : masa

<b>Unidad</b>	:	$m$	:	gramos(g)
				$\Delta T$ : centígrados (°C)
				$Q_s$ : calorías (cal)
				$C_E$ : $\frac{\text{cal}}{\text{g} \times ^\circ\text{C}}$



**Observación:** Para el agua líquida:  $C_E = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \times ^\circ\text{C}}$

Para el agua sólido (hielo):  $C_E = 0,5 \frac{\text{cal}}{\text{g} \times ^\circ\text{C}}$

¿Qué significa físicamente  $C_E = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \times ^\circ\text{C}}$  ?

Significa que para que 1g de agua líquida varié su temperatura en 1°C, se le debe transferir 1Cal

## EJERCICIOS DE APLICACIÓN

1. ¿Qué temperatura es mayor?

$$T_1 = 0\text{K}, T_2 = 0\text{R}, T_3 = 0^\circ\text{C}, T_4 = 0^\circ\text{F}$$

- a)  $T_1$                       b)  $T_2$                       c)  $T_3$   
 d)  $T_4$                       e) Todos son iguales

2. ¿Cuál de las siguientes temperaturas es mayor?

$$T_1 = 0^\circ\text{C}, T_2 = 33\text{F}, T_3 = 492\text{R}, T_4 = 273\text{K}$$

- a)  $T_1$                       b)  $T_2$                       c)  $T_3$   
 d)  $T_4$                       e) Todos son iguales

3. Un termómetro marca  $25^\circ\text{C}$  ¿Cuánto marcaría un graduado en Fahrenheit?

- a)  $45^\circ\text{F}$                       b)  $25^\circ\text{F}$  c)  $57^\circ\text{F}$   
 d)  $77^\circ\text{F}$                       e)  $100^\circ\text{F}$

4. Un termómetro marca  $122^\circ\text{F}$ . ¿Cuánto marcaría en grados centígrados?

- a)  $45^\circ\text{C}$                       b) 50                      c) 60  
 d) 70                      e) 75

5. En la escala Celsius una temperatura varía en  $45^\circ\text{C}$ . ¿Cuánto variará en la escala Kelvin y Fahrenheit?

- a) 45 K                      b) 273                      c) 45  
     273°F                      100                      81  
 d) 45                      e) 90  
     100                      180

6. En la escala Fahrenheit Una temperatura en  $27^\circ\text{F}$ . ¿En cuánto varía en la escala Rankine y Celsius?

- a) 27 R                      b) 40 R                      c) 273R  
     15°C                      0°C                      100°C  
 d) 180 R                      e) 50 R  
     70°C                      50°C

7. ¿A qué temperatura en  $^\circ\text{C}$  el valor en la escala Fahrenheit excede en 22 al doble del valor en la escala Celsius?

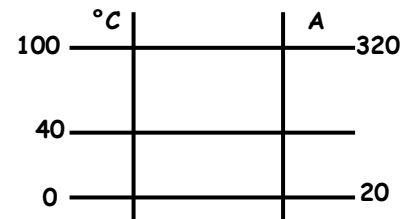
- a)  $20^\circ\text{C}$                       b)  $30^\circ\text{C}$                       c)  $40^\circ\text{C}$   
 d)  $50^\circ\text{C}$                       e)  $60^\circ\text{C}$

8. ¿A qué temperatura en  $^\circ\text{C}$ , el valor en la escala Celsius es el mismo que la escala Fahrenheit?

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

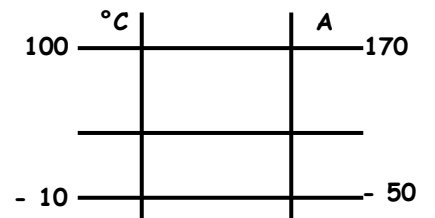
9. En la figura, determina a cuántos grados "A" equivalen  $40^\circ\text{C}$

- a)  $120^\circ\text{C}$                       b)  $125^\circ\text{C}$   
 c)  $130^\circ\text{C}$                       d)  $135^\circ\text{V}$   
 e)  $140^\circ\text{C}$



10. ¿A cuántos grados K equivalen  $150^\circ\text{A}$ ? Según la figura

- a) 60 K                      b) 233                      c) 333  
 d) - 80                      e) - 100



11. A 100 g de agua a  $10^\circ\text{C}$  se le agregan 500 cal. Determine la temperatura final del agua en  $^\circ\text{C}$ .

- a)  $12^\circ\text{C}$                       b) 13                      c) 14  
 d) 15                      e) 16

12. En un recipiente con capacidad calorífica despreciable se tienen 800 g de agua a  $40^\circ\text{C}$ . Se entregan 40Kcal. Determine la temperatura final del agua.



- a)  $80^{\circ}\text{C}$       b) 90      c) 100  
d) 110      e) 115

13. En un recipiente con  $C = 0,5 \text{ cal}/^{\circ}\text{C}$  se tiene 100g de hielo a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Se agregan 1010 cal de calor. ¿Cuál será la temperatura final del sistema?

- a)  $-15^{\circ}\text{C}$       b) - 10      c) - 5  
d) 0      e) 5

14. En un recipiente con  $C = 0,8 \text{ cal}/^{\circ}\text{C}$  se tiene cierta masa de agua a  $25^{\circ}\text{C}$ . Se agrega al sistema 1008 cal de calor, llegando el sistema a  $35^{\circ}\text{C}$ . Determine la masa de agua que se tenía.

- a) 50 g      b) 100      c) 150  
d) 200      e) 250

15. Se mezclan 100g de agua a  $80^{\circ}\text{C}$  con 50 g de agua a  $20^{\circ}\text{C}$ . Determine  $T_E$  del sistema.

- a)  $25^{\circ}\text{C}$       b) 35      c) 40  
d) 60      e) 65

16. Se mezclan 200g de agua a  $50^{\circ}\text{C}$  con cierta masa de agua a  $25^{\circ}\text{C}$ , lográndose una  $T_E = 30^{\circ}\text{C}$ . Determine la masa de agua mencionada.

- a) 600 g      b) 700      c) 800  
d) 900      e) 1000

17. En un recipiente con  $C = 10 \text{ cal}/^{\circ}\text{C}$  se tienen 390g de agua a  $40^{\circ}\text{C}$  y se mezclan con 200 g de agua a  $70^{\circ}\text{C}$ . Determine  $T_E$  del sistema.

- a)  $50^{\circ}\text{C}$       b) 53      c) 58  
d) 61      e) 65

18. En un recipiente de capacidad calorífica despreciable se tiene 100g de una sustancia desconocida a  $20^{\circ}\text{C}$ . Se introduce 50g de agua a  $80^{\circ}\text{C}$ , alcanzándose una  $T_E = 60^{\circ}\text{C}$ . Determine el calor específico de la sustancia desconocida (en  $\text{cal/g} - ^{\circ}\text{C}$ )

- a) 0,25      b) 0,275      c) 0,35  
d) 0,375      e) 0,45

19. En un recipiente de  $C \approx 0$ , se tiene 100g de aceite a  $40^{\circ}\text{C}$  y se vierte 300g de aceite a  $60^{\circ}\text{C}$ . Determine  $T_E$  del sistema.

- a)  $45^{\circ}\text{C}$       b) 50      c) 55  
d) 60      e) 65

20. En una sartén se tiene una mezcla de 450 g de agua y aceite a  $90^{\circ}\text{C}$  con la finalidad de bajar la temperatura se agregan 150g de agua a  $30^{\circ}\text{C}$ . Determine la masa de aceite en la mezcla inicial si  $T_E = 75^{\circ}\text{C}$  ( $C_{\text{sartén}} = 25 \text{ cal}/^{\circ}\text{C}$  ;  $C_{\text{Eaceite}} = 0,5 \text{ cal/g} - ^{\circ}\text{C}$ )

- a) 40g      b) 50      c) 60  
d) 80      e) 100

**TAREA DOMICILIARIA**



1. ¿Qué temperatura es mayor?

$$T_1 = 10K, T_2 = 10^\circ F, T_3 = 10K, T_4 = 10R$$

- a)  $T_1$                       b)  $T_2$                       c)  $T_3$   
 d)  $T_4$                       e) Todos son iguales

2. ¿Qué temperatura es menor?

$$T_1 = 0^\circ C, T_2 = 0^\circ F, T_3 = 400K, T_4 = -1R$$

- a)  $T_1$                       b)  $T_2$                       c)  $T_3$   
 d)  $T_4$                       e) Todos son iguales

3. Un termómetro marca  $80^\circ C$ . ¿Cuántos grados marcará en la escala Fahrenheit?

- a)  $170^\circ F$                       b) 172                      c) 174  
 d) 176                      e) 180

4. Un termómetro marca  $68^\circ F$ . ¿Cuánta temperatura marcará en  $^\circ C$ ?

- a)  $10^\circ C$                       b) 20                      c) 30  
 d) 40                      e) 50

5. En la escala Celsius una temperatura varía en  $50^\circ C$ . ¿En cuánto varía la temperatura en la escala Rankine?

- a)  $90^\circ R$                       b) 95                      c) 100  
 d) 115                      e) 140

6. En la escala Fahrenheit una temperatura varía en  $270^\circ F$ . ¿En cuánto varía la temperatura en K?

- a)  $50^\circ C$                       b) 100                      c) 5  
 d) 60                      e) 80

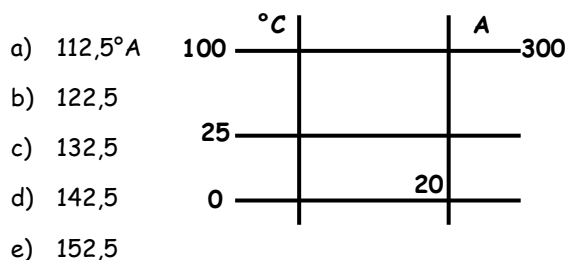
7. ¿A qué temperatura en K el valor en la escala  $^\circ F$  excede en 45 al valor en la escala Celsius.

- a) 273 K                      b) 283                      c) 253  
 d) 303                      e) 313

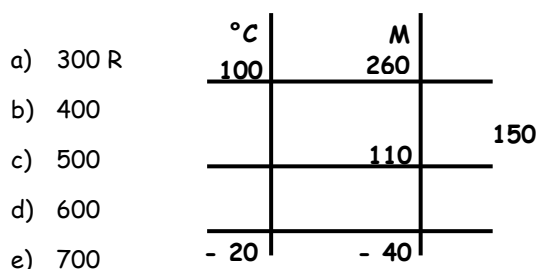
8. ¿A qué temperatura en "R" el valor en la escala Celsius excede en 8 unidades al valor en la escala Fahrenheit.

- a) 402 R                      b) 412                      c) 422  
 d) 432                      e) 442

9. En la figura determine a cuántos grados "A" equivalen  $25^\circ C$



10. A cuántos grados "R" equivalen  $110^\circ M$ , según la figura



11. A 400g de agua a  $30^\circ C$  se le dan 12kcal de calor. ¿Cuál será su T final?

- a)  $40^\circ C$                       b) 50                      c) 60  
 d) 70                      e) 80

12. En un recipiente de  $C \approx 0$  se tienen 500 g de aceite a  $100^{\circ}\text{C}$  a los cuales se le quitan 5kcal de calor. Determine su temperatura final del aceite.

- a)  $90^{\circ}\text{C}$                       b) 80                      c) 70  
d) 60                              e) 50

13. En una sartén de  $C = 30 \text{ cal}/^{\circ}\text{C}$  se tiene 240 gr de aceite a  $120^{\circ}\text{C}$  a los cuales se le dan 6kcal de calor. ¿Cuál será la  $T_{\text{final}}$  del sistema?

- a)  $130^{\circ}\text{C}$                       b) 140                      c) 150  
d) 160                              e) 170

14. En recipiente de  $C = 50 \text{ cal}/^{\circ}\text{C}$  se tiene cierta masa de agua a  $40^{\circ}\text{C}$ . Se entrega 10kcal al sistema y se alcanza una  $T_{\text{F}} = 60^{\circ}\text{C}$ . Determine la masa de agua que se tiene.

- a) 300g                          b) 350                          c) 400  
d) 450                              e) 500

15. Se mezclan 1000g de agua a  $60^{\circ}\text{C}$  con 250g de agua a  $10^{\circ}\text{C}$ . Determine  $T_{\text{E}}$  del sistema.

- a)  $55^{\circ}\text{C}$                       b) 52                      c) 50  
d) 48                              e) 40

16. Se mezclan 400g de una sustancia a  $60^{\circ}\text{C}$  con 100g de la misma sustancia a  $160^{\circ}\text{C}$ . Determine  $T_{\text{E}}$  del sistema.

- a)  $100^{\circ}\text{C}$                       b) 110                      c) 120  
d) 130                              e) 140

17. Se mezclan 600g de agua a  $80^{\circ}\text{C}$  con cierta masa de agua a  $20^{\circ}\text{C}$  lográndose una  $T_{\text{E}} = 50^{\circ}\text{C}$ . Determine la masa de la segunda cantidad de agua.

- a) 600 g                          b) 500                          c) 400  
d) 300                              e) 200

18. Se mezclan 500 g de agua a  $60^{\circ}\text{C}$  con 800g de alcohol a  $15^{\circ}\text{C}$ . Determine  $T_{\text{E}}$  del sistema ( $C_{\text{alcohol}} = 0,5 \text{ cal}/\text{g}\text{-}^{\circ}\text{C}$ )

- a)  $40^{\circ}\text{C}$                       b) 43                      c) 45  
d) 48                              e) 50

19. Se mezclan "4m" g de agua a  $80^{\circ}\text{C}$  con "m/2" g de agua a  $35^{\circ}\text{C}$ . Determine la  $T_{\text{E}}$  del sistema.

- a)  $60^{\circ}\text{C}$                       b) 65                      c) 70  
d) 75                              e) 76

20. En un recipiente de  $C = 50 \text{ cal}/^{\circ}\text{C}$  se tiene una mezcla de 600 y de agua con alcohol a  $60^{\circ}\text{C}$  y se vierten 200g de agua a  $20^{\circ}\text{C}$ , obteniéndose una  $T_{\text{E}} = 50^{\circ}\text{C}$ . Determine la masa de alcohol en la mezcla inicial ( $C_{\text{alcohol}} = 0,5 \text{ cal}/\text{g}\text{-}^{\circ}\text{C}$ )