Termo 2

TERMODINAMICA 2

ley 2

Hay varios posibles enunciados:

Sea eel formulado por W. Thompson en 1851-1852, basado en los trabajos de Sadi Carnot en 1824

Es imposible hacer una transformacion termodinamica cuyo unico resultado final es el intercambio de una cantidad ≠ 0 de calor con menos de 2 reservorios de calor y la aparicion de trabajo positivo en el ambiente

Es imposible hacer una transformacion termodinamica cuyo unico resultado final es el intercambio de una cantidad ≠ 0 de calor con menos de 2 reservorios de calor y la aparicion de trabajo positivo en el ambiente

Si nos fijamos en esta definicion

⇒

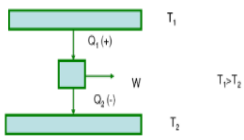
a) "*unico resultado final...*" el sistema debe sobrellevar un ciclo (empieza y termina en el mismo estado)

b) "2 reservorios de calor" a distintas temperaturas

c) reservorio de calor, que no varia su temperatura, pero no es esencial.

d) *"trabajo positivo en el ambiente"*

Diagrama de un ciclo



En este caso:

El calor se toma a T_1

El calor se expulsa a T_2

Se realiza un trabajo W (aparece en el ambiente)

El calor total absorvido es $Q_1 + Q_2$

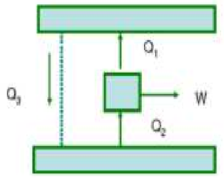
Consecuencias de la segunda ley sola

Corolario 1

Otro posible arreglo seria el siguiente

Puedo pensar en términos de la dirección en la que fluye el calor

Si $T_1 > T_2$



Podemos anular una de las fuentes!!!! Y tener Trabajo positivo....
No es posible

.... Representa un cortocircuito termico

Corolario 2

"Ninguna maquina operando entre dos reservorios dados, tendra mayor eficiencia que la reversible operando entre los mismos reservorios"

Sea la eficiencia

$$\epsilon = \frac{W}{Q}$$

Con Q el calor tomado y W el trabajo que aparece en el ambiente

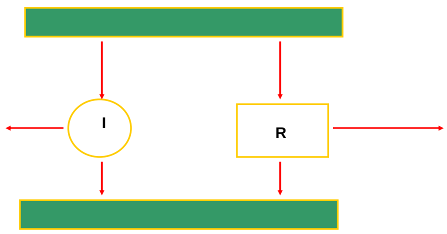
En este caso tomamos dos maquinas trabajando entre los mismos reservorios , una reversible y la otra no.

Las ajustamos para que ambas tomen el mismo calor Q_1

Damos vuelta la reversible.

Entonces el reservorio 1 pasa a ser superfluo

Para que no se viole la segunda ley no puede aparecer trabajo positivo en el ambiente



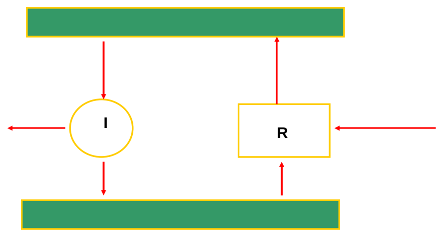
En este caso tomamos dos maquinas trabajando entre los mismos reservorios , una reversible y la otra no.

Las ajustamos para que ambas tomen el mismo calor Q_1

Damos vuelta la reversible.

Entonces el reservorio 1 pasa a ser superfluo

Para que no se viole la segunda ley no puede aparecer trabajo positivo en el ambiente



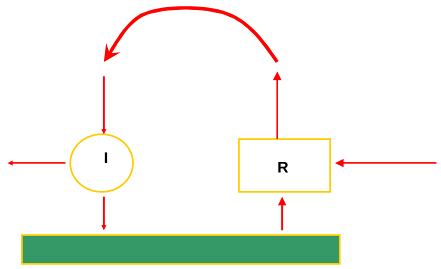
En este caso tomamos dos maquinas trabajando entre los mismos reservorios , una reversible y la otra no.

Las ajustamos para que ambas tomen el mismo calor Q_1

Damos vuelta la reversible.

Entonces el reservorio 1 pasa a ser superfluo

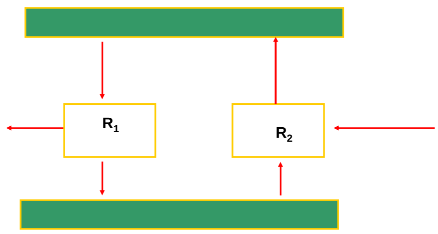
Para que no se viole la segunda ley no puede aparecer trabajo positivo en el ambiente



No es posible W>0

Luego la reversible debe ser mas eficiente

Corolario 3)
Dos maquinas reversibles operando entre los dos mismos reservorios tienen la misma eficiencia



Si la eficiencia de la 2 es mayor que la de la 1

Se ajustan las cosas y se viola la segunda ley

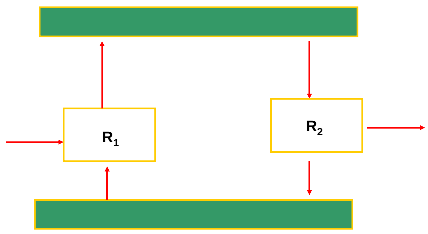
Entonces

$$\boxed{\varepsilon_2 \leq \varepsilon_1}$$

Pero si esto es asi….

Puedo hacer :

Pero también puedo hacer esto



Entonces

Estoy en la situacion anterior pero con los indices cambiados luego

$\varepsilon_1 \leq \varepsilon_2$

y

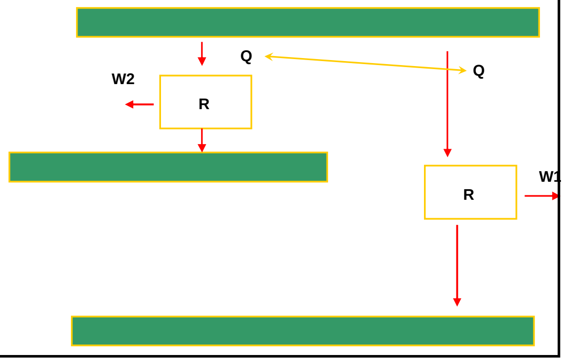
$\varepsilon_2 \leq \varepsilon_1$

luego

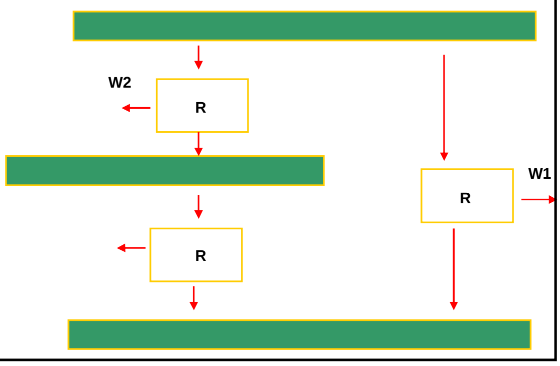
$\boxed{\varepsilon_1 = \varepsilon_2}$

Corolario 4)

La eficiencia es mayor cuanto mayor es la diferencia de Temperaturas de los reservorios



Entonces hacemos

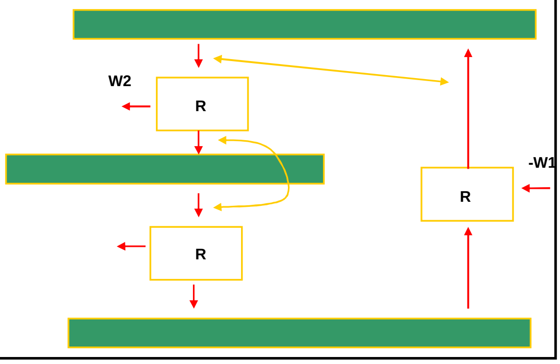


Ahora puedo hacer dos cosas

a) Un análisis semejante al anterior

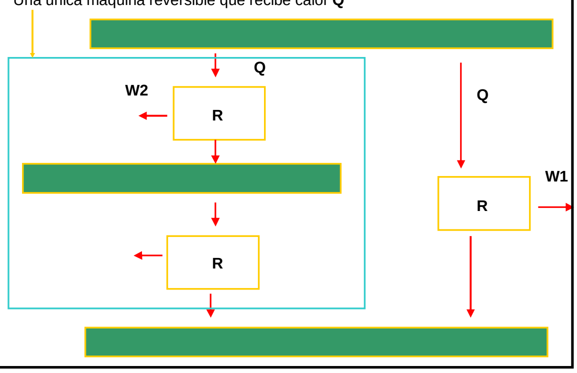
Hacemos

Invierto la de la derecha
E igualo calores



O también

Una única maquina reversible que recibe calor **Q**



Pero entonces

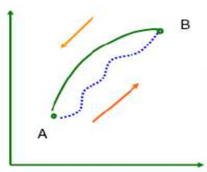
$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 \Rightarrow \frac{W_1 + W_x}{Q} = \frac{W_2}{Q}$$

Pero $W_x > 0$

Luego ....

Corolario 5)
Conectadas a un unico reservorio de calor, el mayor trabajo producido corresponde a la reversible

Sea el siguiente ciclo

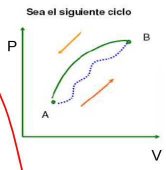


Recorremos el ciclo segun las flechas

Por ley 2 $\Rightarrow W_I + W_R \leq 0$

$$\int_A^B dW_I + \int_B^A dW_R \leq 0$$

Como la reversible se puede invertir



$$\boxed{\int_A^B dW_I - \int_A^B dW_R \leq 0}$$

Una sola fuente de calor, luego no puede haber trabajo positivo en el ambiente

luego

$$\boxed{\int_A^B dW_I \leq \int_A^B dW_R}$$

(en realidad el 3 y el 4)

Los dos ultimos corolarios sugieren que se podria tener una escala de temperaturas que no hiciese referencia a un material dado sino que podria darse en terminos de maquinas reversibles y sus eficiencias.

Ademas la segunda ley se refiere a la "direccion" en la que ocurren los procesos.

Segunda Ley+primera Ley

Corolario 6)

Para una maquina (ciclo) reversible operando entre dos reservorios a temperaturas $t_1 > t_2$

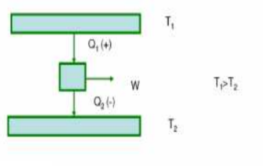
$$\frac{Q_1}{Q_2} = -\frac{\Phi(t_1)}{\Phi(t_2)}$$

Entonces es posible definir una escala absoluta T

$$\frac{Q_1}{Q_2} = -\frac{T_1}{T_2}$$

Demostracion :

Sea el arreglo



a) Segun la primera Ley

$$\boxed{W = Q_1 + Q_2}$$

Con Q_1 positivo y Q_2 negativo

La eficiencia es

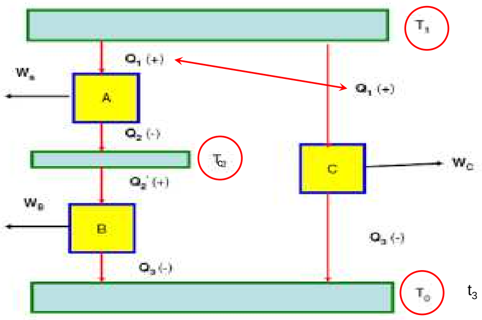
$$\boxed{\epsilon_R = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 + Q_2}{Q_1} = 1 + \frac{Q_2}{Q_1}}$$

$$\epsilon_R = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 + Q_2}{Q_1} = 1 + \frac{Q_2}{Q_1}$$

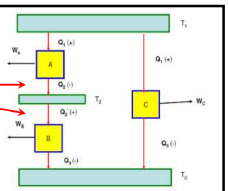
Pero de los corolarios 3 y 4 sabemos que la eficiencia solo depende de las temperaturas para maquinas reversibles

$$\boxed{\frac{Q_1}{Q_2} = -f(t_1, t_2)}$$

Sea ahora el siguiente arreglo



Con $Q_2^{'} = -Q_2$



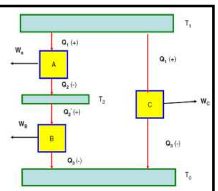
Se cumplira entonces que

$$\frac{Q_1}{Q_2} = -f(t_1, t_2)$$

$$\frac{Q_1}{Q_3} = -f(t_1, t_3)$$

$$\frac{Q_2^{'}}{Q_3^{'}} = -f(t_2, t_3)$$

Pero $A + B$ pueden ser agrupado en una unica maquina reversible, luego las eficiencias son iguales luego $W_a + W_B = W_C$ entonces aplicando la primera ley $Q_3^{'} = Q_3$, entonces



$$\boxed{\frac{Q_2^{'}}{Q_3^{'}} = -\frac{Q_2}{Q_3} = -f(t_2, t_3)}$$

Entonces dividiendo miembro a miembro adecuadamente tenemos

$$-f(t_1, t_2) = \frac{Q_1}{Q_2} = -\left(\frac{Q_1}{Q_3}\right) / \left(-\frac{Q_2}{Q_3}\right) = -\frac{-f(t_1, t_3)}{-f(t_2, t_3)}$$

O sea

$$\boxed{f(t_1,t_2) = \frac{f(t_1,t_3)}{f(t_2,t_3)}}$$

Si $f(t_1,t_2) = \phi(t_1)/\phi(t_2)$ entonces

$$-\frac{Q_1}{Q_2} = f(t_1,t_2) = \frac{f(t_1,t_3)}{f(t_2,t_3)} = \frac{\phi(t_1)/\phi(t_3)}{\phi(t_2)/\phi(t_3)} = \frac{\phi(t_1)}{\phi(t_2)}$$

Ahora tenemos que elegir la forma de $\phi(t_1)$, si elegimos la proporcionalidad obtendremos la (no simetrica) escala de temperaturas

$$\boxed{-\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}}$$

One of the first temperature scales proposed but not widely used is due to W. Thomson (Lord Kelvin) and is called the *Thomson scale* [9]. It has the form

$$\frac{\Delta Q_{43}}{\Delta Q_{12}} = \frac{e^{\tau_c^\circ}}{e^{\tau_h^\circ}} \tag{2.38}$$

The Thomson scale is defined so that a given unit of heat ΔQ_{12} flowing between temperatures $\tau^\circ \to (\tau^\circ - 1)$ always produces the same amount of work, regardless of the value of τ°.