

CUESTIÓN: **Propiedades intensivas y extensivas**

ENUNCIADO DE LA CUESTIÓN: **¿Cuándo debo trabajar con propiedades específicas y cuándo con molares?**

TIPO DE PROBLEMÁTICA OBSERVADA: **manejo de unidades.**

Nivel	CUESTIÓN	(auxiliar)
(mínimo) CONOCIMIENTO	Con cualquiera siempre que sea extensiva. Diferencia entre propiedades intensivas y extensivas. ¿Cuántas puedes listar?	
<i>Pregunta de recepción</i>	<i>(se obliga a pasar al siguiente nivel)</i>	
(básico) COMPRENSIÓN	Transformación a magnitudes específicas/ molares. SEGÚN LO QUE NOS INTERESE. Cuidado nomenclatura.	
<i>Pregunta de reacción</i>		<i>Explicación alternativa</i>
(interiorizado) APLICACIÓN	Transformación entre propiedades específicas y molares. Ejemplo: ecuación de gas ideal (expresada de una u otra forma). Clave: observar las unidades.	
<i>Pregunta de valoración</i>		
(inquisitivo) ANÁLISIS	Distintas ecuaciones de estado: ¿qué "volumen" introducir?	
<i>Pregunta de organización</i>		
(versátil) SÍNTESIS	Uso requerido en tablas y figuras (para universalizar).	
<i>Pregunta de crítica</i>		
(crítico) EVALUACIÓN	Para pensar: ¿Por qué se relacionan las propiedades extensivas con su masa y no con su volumen?	Enlazar con la cuestión de flujos másicos y volumétricos

(LA CUESTIÓN DE FLUJOS MÁSICOS Y VOLUMÉTRICOS ESTÁ INTRÍNECAMENTE RELACIONADA CON ESTA).

CUESTIÓN: CONSIDERACIÓN DEL ÍNDICE DE POLITROPÍA SIEMPRE COMO EL COEFICIENTE ADIABÁTICO

ENUNCIADO DE LA CUESTIÓN: *¿Por qué es incorrecto considerar siempre el coeficiente adiabático en la expresión $P \cdot V^n = cte$?*

TIPO DE PROBLEMÁTICA OBSERVADA: **Laguna en materias básicas precedentes.**

Nivel	CUESTIÓN	(auxiliar)
(mínimo) CONOCIMIENTO	El coeficiente adiabático es sólo un caso particular de índice de politropía: correspondiente a cuando el proceso es adiabático.	
<i>Pregunta de recepción</i>	<i>(se obliga a pasar al siguiente nivel)</i>	
(básico) COMPRENSIÓN	Presentación de los casos particulares dentro del rango de $n \in [0, \infty)$	
<i>Pregunta de reacción</i>	<i>No lo interiorizas si no pruebas a aplicarlo</i>	<i>Explicación alternativa</i>
(interiorizado) APLICACIÓN	Plantear dos estados inicial y final del aire como gas ideal en sistema cerrado, y preguntar: si se puede resolver con otra expresión/ si el proceso es adiabático.	
<i>Pregunta de valoración</i>		
(inquisitivo) ANÁLISIS	Correspondencia entre las ecuaciones generalizadas de procesos politrópicos...	
<i>Pregunta de organización</i>	<i>¿Sabes por qué en un enunciado se te puede dar el coeficiente adiabático y no corresponderse con el índice del proceso politrópico que tiene lugar? ¡No es un dato trampa! El valor de 1,4 sólo es válido como coeficiente adiabático del aire...</i>	
(versátil) SÍNTESIS	Coeficiente adiabático como propiedad del gas. Relación entre calores específicos... Mostrar coeficientes adiabáticos de distintos gases. Mismo ejemplo de la etapa de aplicación, pero si en vez de aire fuera otro gas.	
<i>Pregunta de crítica</i>	<i>Si el calor específico de un gas depende de su temperatura, ¿depende también de esta el coeficiente adiabático? ¿Te has parado a pensar de dónde procede la denominación de proceso "politrópico"?</i>	

(crítico) EVALUACIÓN	Proponer la valoración...	
-------------------------	---------------------------	--

CUESTIÓN: USO DE GRADOS CELSIUS Vs. GRADOS KELVIN

ENUNCIADO DE LA CUESTIÓN: *¿Cuándo puedo usar grados Celsius (°C) y cuándo debo usar Kelvin (K)?*

TIPO DE PROBLEMÁTICA OBSERVADA: **falta de base.**

Nivel	CUESTIÓN	(auxiliar)
(mínimo) CONOCIMIENTO	ΔT Vs. T/T	
<i>Pregunta de recepción</i>	<i>“Ahora que puedes asumir esto como una regla, ¿quieres ver de dónde viene?”</i>	<i>Pregunta de motivación: “¿Seguro que no quieres saber por qué? Es sencillo...”</i>
(básico) COMPRENSIÓN	Escalas de temperatura: relativa/ absoluta; misma gradación Indicar equivalencia: Fahrenheit/ Rankine Comparación con presiones: “¿a que en presiones no dudarías en ...?”	
<i>Pregunta de reacción</i>	<i>“¿Quieres examinar cómo se aplica?”</i>	<i>“¿No te interesa ver ningún ejemplo fácil?”</i>
(interiorizado) APLICACIÓN	Radiación Vs. Convección y Conducción	
<i>Pregunta de valoración</i>	<i>“¿Quieres profundizar en distintas aplicaciones?”</i>	
(inquisitivo) ANÁLISIS	Despejar la temperatura en el balance del 1º ppo stmas abtos: C si sólo entalpías; K si implícita en velocidades.	
<i>Pregunta de organización</i>	<i>“¿Te imaginas qué casos te puedes encontrar?”</i>	
(versátil) SÍNTESIS	Cálculo de entalpías: diferencias Vs. Entalpías de un estado: referencia	
<i>Pregunta de crítica</i>	<i>“Ahora, ¿serías capaz de juzgar estos criterios de uso?”</i>	
(crítico) EVALUACIÓN	Contraposición de casos: tablas y gráficas con h de distinta referencia. Comprobar en los casos anteriores que las diferencias de entalpías son equivalentes (resolver un caso, p.ej. de ciclo frigorífico).	

COMENTARIOS:

Las escalas de temperatura Celsius y Kelvin tienen la misma gradación: ambas son **centígradas** (la diferencia entre el valor de temperatura adjudicado al punto de fusión y al de ebullición del agua es en ambos casos de 100 unidades). Por ello, **expresar diferencias o**

intervalos de temperatura en una u otra escala es indiferente. Y de hecho, por ello también hablar de “grados centígrados” en referencia a un valor de temperatura dado en grados Celsius no es riguroso.

Sin embargo, la **escala Celsius es relativa**, mientras que la **escala Kelvin es absoluta**: eso implica que sólo se puedan expresar cocientes de temperatura en Kelvin, y las ecuaciones de estado deben plantearse siempre con temperaturas absolutas.

Lo mismo ocurriría con valores de presión: podemos estudiar por ejemplo la caída de presión (o pérdida de carga) en un gas que atraviesa un cierto elemento indistintamente mediante la diferencia de presiones manométricas (relativas a la atmosférica) o absolutas (respecto al vacío); pero para calcular su densidad en cada uno de los dos puntos en mediante, por ejemplo, la ecuación de estado de gas ideal, introducimos siempre la presión absoluta.

Si trabajásemos con grados Fahrenheit o Rankine, el uso sería semejante: ambas tienen la misma gradación (en este caso la diferencia entre el punto de fusión y de ebullición del agua se corresponde a 180 unidades), por lo que es equivalente plantear diferencias o intervalos de temperatura en una u otra; pero al ser la escala Fahrenheit relativa, en el resto de casos sólo podría recurrirse la escala Rankine.

Una curiosidad: observa que las escalas absolutas se expresan con el símbolo “K” y “R”, sin el símbolo del grado antes de la letra. De hecho, al contrario que los “grados Celsius” o “grados Fahrenheit”, estas unidades se denominan simplemente “Kelvin” o “Rankine” (no "~~grados Kelvin~~" o "~~grados Rankine~~"). Es decir, la temperatura de fusión del agua se corresponde con “0 grados Celsius” pero "273,15 Kelvin".

La diferencia de temperaturas entre dos cuerpos implica un flujo de calor desde el que se encuentra a mayor temperatura hacia el que se encuentra a menor temperatura. Y **existen 3 mecanismos de transferencia de calor**: conducción, convección y radiación.

PERO: la emisión de calor por radiación existe siempre, sin necesidad de una diferencia de temperaturas, si el cuerpo emisor se encuentra por encima del cero absoluto (la temperatura no es sino el reflejo del nivel energético del cuerpo por el movimiento de sus partículas). Esta emisión de calor es de hecho proporcional a la cuarta potencia de la temperatura, por supuesto, absoluta. Lo único que ocurre es que si su entorno está a su misma temperatura, el flujo neto de calor intercambiado es nulo.

Por ello, las leyes que rigen los mecanismos de conducción y convección derivan de las diferencias de temperaturas que los generan, y por lo tanto pueden expresarse indistintamente en °C o K; pero el mecanismo de radiación al estar asociado a potencias de temperatura debe plantearse siempre con temperaturas absolutas.

(ENLACE AL DOCUMENTO BÁSICO DE TRANSFERENCIA DE CALOR).

CUESTIÓN: FLUJO MÁSICO CONSTANTE, NO VOLUMÉTRICO

ENUNCIADO DE LA CUESTIÓN: *¿Cuándo debo trabajar con flujos másicos y cuándo con caudales volumétricos?*

TIPO DE PROBLEMÁTICA OBSERVADA: **falta de base (trabajo con unidades).**

Nivel	CUESTIÓN	(auxiliar)
(mínimo) CONOCIMIENTO	Atender a las unidades. Ejemplos ¹ En cualquier caso, saber: Flujo másico es constante, flujo volumétrico no.	
<i>Pregunta de recepción</i>	<i>¿Por qué casi siempre tenemos el dato del caudal volumétrico, pero usamos el flujo másico?</i>	<i>Es la situación en la que te vas a encontrar en el 90% de los casos...</i>
(básico) COMPRENSIÓN	Interrelación v(P,T) Vs. m cte... ² Caudal fácil de medir	
<i>Pregunta de reacción</i>	<i>Para completar esta explicación, necesitas saber cómo calcularlo</i>	<i>Si no sabes calcularlo, no podrás aplicarlo.</i>
(interiorizado) APLICACIÓN	Usualmente calcularemos: $\dot{m}[kg/s] = \frac{\dot{V}[m^3/s]}{v[m^3/kg]}$ Obteniendo v específico de tablas (si se tienen) o ecuación de estado (PvT).	
<i>Pregunta de valoración</i>	<i>¿Es interesante trabajar con flujos másicos?</i>	
(inquisitivo) ANÁLISIS	Todas las propiedades extensivas representadas como específicas* en tablas y diagramas (mostrar figuras y tablas)	ENLAZAR CON LA CUESTIÓN DE PROPIEDADES ESPECÍFICAS
<i>Pregunta de organización</i>	<i>¿Quieres comprobar la relevancia de esta práctica con un caso evidente?</i>	
(versátil) SÍNTESIS	Energía y Potencia: extensivas. Podemos controlar éstas con el flujo másico. Ejemplo: diseñar un ciclo frigorífico ⁵	
<i>Pregunta de crítica</i>	<i>¿Cómo se aborda el trabajo con distintos flujos másicos cuando todo está expresado de forma específica?</i>	
(crítico) EVALUACIÓN	IMPLÍCITAMENTE. Ejemplos: Regla de la palanca en psicrometría	

1- Ejemplos:

Calor cedido en la combustión de GN en la caldera:

$$\dot{Q}[kW] = \dot{V}[m^3/s] \cdot PCI[kJ/m^3]$$

Es absorbido por el agua en los tubos:

$$\dot{Q}[kW] = \dot{m}[kg/s] \cdot c_p[kJ/(kg \cdot ^\circ C)] \cdot \Delta T[^\circ C]$$

2- Flujo volumétrico no constante porque el volumen del fluido varía con la T y P (interrelación PvT).

Flujo másico constante si no hay mezcla/ derivación de corrientes.

Pero lo fácil de medir es caudal:

A partir de la pérdida de carga (ΔP) en un elemento calibrado (K conocida):

$$\dot{V}[m^3/s] = K \left[\frac{m^3/s}{Pa} \right] \cdot \Delta P[Pa]$$

A partir de la velocidad (c) en un conducto de sección (A) conocida:

$$\dot{V}[m^3/s] = c[m/s] \cdot A[m^2]$$

*Enlazar con la pregunta de propiedades extensivas/ intensivas

5- Ciclo frigorífico: mismo ciclo con mismos focos, mismos COPs; PERO: modificar flujo de refrigerante aumenta potencias. (Refleja que la energía es extensiva).

CUESTIÓN: CONFUSIÓN ENTRE LA GENERACIÓN DE ENTROPÍA Y LA VARIACIÓN DE ENTROPÍA

ENUNCIADO DE LA CUESTIÓN: *¿Por qué son diferentes los conceptos de “variación de entropía” y “generación de entropía”?*

TIPO DE PROBLEMÁTICA OBSERVADA: **Falta de base – confusión de conceptos por semejanza del nombre.**

Nivel	CUESTIÓN	(auxiliar)
(mínimo) CONOCIMIENTO	Conceptos completamente distintos, NO CONFUNDIR NUNCA. Variación de entropía entre dos estados: propiedad termodinámica de cada estado= función de estado → no depende del proceso. Generación de entropía: refleja la viabilidad e irreversibilidad del proceso: ¡NO PUEDE SER FUNCIÓN DE ESTADO!	
<i>Pregunta de recepción</i>	<i>(se obliga a pasar al siguiente nivel)</i>	
(básico) COMPRENSIÓN	Generación siempre mayor o igual a 0, pero variación de entropía puede ser negativa. Idea: “ppio CONSERVACIÓN E” Vs “ppio INCREMENTO S” Otra idea: “desorden...” → extensiva.	Auxiliar: principio de incremento de entropía
<i>Pregunta de reacción</i>		<i>Explicación alternativa</i>
(interiorizado) APLICACIÓN	Expresiones para su cálculo (de las dos) en sistemas abiertos y cerrados. Ejemplos (proceso reversible e irreversible)	
<i>Pregunta de valoración</i>		
(inquisitivo) ANÁLISIS	Comprobación del teorema de Kelvin-Planck.	
<i>Pregunta de organización</i>		
(versátil) SÍNTESIS	Proponer comprobar el teorema de Clausius-Clapeyron. Proponer plantear otros casos, ej. Máquina absorción?	
<i>Pregunta de crítica</i>		
(crítico) EVALUACIÓN	Correspondencia generación de entropía con destrucción de exergía	

CUESTIÓN: RENDIMIENTO DE CARNOT

ENUNCIADO DE LA CUESTIÓN: *¿Cómo obtengo el máximo rendimiento, o rendimiento de Carnot de un ciclo?*

Nivel	CUESTIÓN	(auxiliar)
(mínimo) CONOCIMIENTO	En función de las temperaturas absolutas de los focos ¹	
<i>Pregunta de recepción</i>	<i>¿Reconoces de dónde viene?</i>	<i>Es muy probable que los confundas si no sabes deducirlos.</i>
(básico) COMPRENSIÓN	Aplicación del primer y segundo principios ²	
<i>Pregunta de reacción</i>	<i>¿Sabes cómo aplicarlo?</i>	<i>No se interioriza realmente nada que no se llega a aplicar</i>
(interiorizado) APLICACIÓN	Calcular el máximo rendimiento esperable en un ciclo frigorífico/ BdC ³ Comentar: temperaturas reales de los focos Máximo rendimiento de un motor térmico	Para justificar rendimientos superiores a 1 frente a los de motores térmicos, ENLAZAR CON LA CUESTIÓN DE LOS COPS
<i>Pregunta de valoración</i>	<i>¿Cómo podrías valorar la bondad de un ciclo con esta referencia?</i>	
(inquisitivo) ANÁLISIS	¿Cómo obtengo las temperaturas de los focos?	
<i>Pregunta de organización</i>		
(versátil) SÍNTESIS	Comparación con el COP, ciclo ideal ⁴ Distintos refrigerantes** Ciclo real*** (Corolarios de Carnot)	(ENLAZAR CON LA CUESTIÓN DE LOS COPS)
<i>Pregunta de crítica</i>		
(crítico) EVALUACIÓN	Ordenar ciclos motores por aplicación (potencia instalada) ⁵ Comprender solapado de rangos de rendimientos de los distintos ciclos ⁶	

1- Expresiones:

Máquina frigorífica: $\eta_{carnot_{MF}} = \frac{T_F}{T_C - T_F}$

Bomba de Calor: $\eta_{carnot_{BdC}} = \frac{T_C}{T_C - T_F}$

Motor térmico: $\eta_{carnot_{MT}} = \frac{T_C - T_F}{T_C}$

2- Desarrollo:

Rendimiento = energía útil/ energía aportada

1º Ppio, stma cerrado estático, ciclo: $0 = Q - W \dots$

2º Ppio, ciclo 4 subprocesos reversibles, 2 isotérmicos y 2 isentrópicos: Δs igual...

$$\text{Máquina frigorífica: } \eta_{Carnot_{MF}} = \frac{Q_F}{W} = \frac{|Q_F|}{|Q_C| - |Q_F|} = \frac{T_F \cdot \Delta s}{T_C \cdot \Delta s - T_F \cdot \Delta s} = \frac{T_F}{T_C - T_F}$$

$$\text{Bomba de Calor: } \eta_{Carnot_{BdC}} = \frac{Q_C}{W} = \frac{|Q_C|}{|Q_C| - |Q_F|} = \frac{T_C \cdot \Delta s}{T_C \cdot \Delta s - T_F \cdot \Delta s} = \frac{T_C}{T_C - T_F}$$

$$\text{Motor térmico: } \eta_{Carnot_{MT}} = \frac{W}{Q_C} = \frac{|Q_C| - |Q_F|}{|Q_C|} = \frac{T_C \cdot \Delta s - T_F \cdot \Delta s}{T_C \cdot \Delta s} = \frac{T_C - T_F}{T_C}$$

3- Generación de frío/ calor entre un foco a 0°C y otro a 40°C

$$\text{Máquina frigorífica: } \eta_{Carnot_{MF}} = \frac{T_F}{T_C - T_F} = \frac{273 \text{ K}}{(313 - 273) \text{ K}} = 6,825$$

$$\text{Bomba de Calor: } \eta_{Carnot_{BdC}} = \frac{T_C}{T_C - T_F} = \frac{313 \text{ K}}{(313 - 273) \text{ K}} = 7,825$$

Generación de potencia con calor generado a 1000 K y disipando al ambiente a 300K

$$\text{Motor térmico: } \eta_{Carnot_{MT}} = \frac{T_C - T_F}{T_C} = \frac{(1000 - 300) \text{ K}}{1000 \text{ K}} = 0,7$$

Observa cómo el rendimiento de un motor térmico es inferior a la unidad, pero en un ciclo frigorífico sí puede resultar superior a la unidad. Esto es por la calidad de las energías: "no se pueden transformar íntegramente los kWh térmicos en mecánicos"; es decir, parte se disiparán como kWh térmicos (recuérdese el Teorema de Kelvin-Planck). Estrictamente, estamos hablando de exergía: la energía en forma de trabajo es exergía pura, mientras que energía en forma de calor es parcialmente anergía (no aprovechable).

Comprobación:

$$T_C - T_F < T_C \text{ SIEMPRE, luego: } \eta_{Carnot_{BdC}} = \frac{T_C}{T_C - T_F} > 1 \text{ y: } \eta_{Carnot_{MT}} = \frac{T_C - T_F}{T_C} < 1 \text{ SIEMPRE}$$

Máquina frigorífica: altamente probable, ya que $\eta_{Carnot_{MF}} \geq 1 \Leftrightarrow (T_C - T_F) \leq T_F$ luego siempre que $T_C \leq 2T_F$ será mayor que 1 el máximo rendimiento alcanzable en el ciclo frigorífico.

*¿Cómo conocemos las temperaturas de los focos? Se pueden obtener del diagrama del refrigerante utilizado, correspondientes a las de evaporación y condensación a las presiones de baja y de alta del ciclo.

PERO: realmente no se trabajará a estas temperaturas, sino que la del foco frío será ligeramente superior a la de evaporación, y la del foco caliente ligeramente inferior a la de condensación, lógicamente para que pueda existir una absorción de calor del foco frío en el evaporador, y una cesión de calor al foco caliente en el condensador, (si no hay diferencia de temperaturas entre focos y fluido refrigerante, no existirá transferencia de calor).

4- Comparación con el ciclo ideal.

5- (¿fuentes...?)

MCIA	0,1 kW a 30 MW
------	----------------

Comentario [A1]: Revisar

MTG	500 kW a 150 MW
MTV	5 MW a 1000 MW

6- Criterios:

- Compacidad.
- Flexibilidad (paradas/ arranques).
- Tipo de subprocesos (comparación con los del ciclo de Carnot).
- Temperaturas de trabajo (soportables por los elementos componentes del motor).

CUESTIÓN: RENDIMIENTOS ISENTRÓPICOS*

ENUNCIADO DE LA CUESTIÓN: *¿Cómo planteo el rendimiento isentrópico de una turbina, y cómo el de un compresor?*

Nivel	CUESTIÓN	(auxiliar)
(mínimo) CONOCIMIENTO	<p>Entrada: condiciones "0" Salida: condiciones "f" Salida ideal, isentrópicas: condiciones "s"</p> $\eta_{isent\ TURBINA} = \frac{(h_0 - h_f)}{(h_0 - h_{fs})}$ $\eta_{isent\ COMPRESOR} = \frac{(h_{fs} - h_0)}{(h_f - h_0)}$	
<i>Pregunta de recepción</i>	<i>“¿Reconoces por qué es al revés? ¿Quieres comprobarlo?”</i>	<i>¿Seguro que no te interesa? Es más fácil de recordar la justificación...</i>
(básico) COMPRENSIÓN	<p>El rendimiento tiene que ser menor que 1 En la turbina realmente obtenemos menos, En el compresor realmente requerimos más</p> $\eta_{isent\ TURBINA} = \frac{W_{real}}{W_{ideal}} = \frac{\dot{m} \cdot (h_0 - h_f)}{\dot{m} \cdot (h_0 - h_{fs})}$ $\eta_{isent\ COMPRESOR} = \frac{W_{ideal}}{W_{real}} = \frac{\dot{m} \cdot (h_{fs} - h_0)}{\dot{m} \cdot (h_f - h_0)}$ <p>El flujo másico que los atraviesa no cambia en el caso real respecto al ideal* Podemos en cualquier caso poner salida menos entrada, pero en la turbina saldrían negativos (puedes comprobar esto más adelante). Valores absolutos...</p>	
<i>Pregunta de reacción</i>	<i>¿Quieres comprobarlo a partir del balance de energía?</i>	<i>¡Te puede servir para manejarte con los balances de energía y comprender los signos!</i>
(interiorizado) APLICACIÓN	<p>Expresiones provenientes de plantear: Balance energía (1º ppio stmas abiertos) Estacionario: flujo másico constante Considerados adiabáticos</p> $0 = (Q) - W + \dot{m} \cdot (h_0 - h_f)$ $W = \dot{m} \cdot (h_0 - h_f)$	<p>(...) ENLAZAR CON LA CUESTIÓN SOBRE CRITERIOS DE SIGNOS</p>
<i>Pregunta de</i>	<i>¿Son lógicos los signos...? ¿Qué te</i>	

valoración	<i>parece que se utilicen usualmente valores absolutos para obviarlos?</i>	
(inquisitivo) ANÁLISIS	Turbina: $h_f < h_0 \rightarrow W^+ (...)$ Compresor: $h_f > h_0 \rightarrow W^- (...)$ Valores absolutos en las expresiones	
<i>Pregunta de organización</i>		
(versátil) SÍNTESIS	Sabiendo que el rendimiento de un ciclo Brayton relacionará el trabajo obtenido (igual a la diferencia entre el trabajo generado en la turbina menos el requerido en el compresor) con el calor aportado al fluido (en la cámara de combustión, concebida como un intercambiador en el correspondiente ciclo aire-estándar), <i>¿sabrías plantearlo exclusivamente en función de la relación de compresión?</i> Comprueba que puedes desarrollar los términos de trabajo y calor hasta llegar a la siguiente expresión: $\eta_{Brayton} = \frac{ w_T - w_C }{ q_{cc} } = 1 - r^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$ Donde (r) es la relación de compresión y (γ) el coeficiente adiabático del gas de trabajo.	
<i>Pregunta de crítica</i>		
(crítico) EVALUACIÓN	Para el ciclo Brayton real, ¿cómo quedarían planteados los términos de trabajo y calor en función de la relación de compresión, y consecuentemente el rendimiento de dicho ciclo real?	

CUESTIÓN: COPs de Máquina Frigorífica y Bomba de Calor

ENUNCIADO DE LA CUESTIÓN: ~~¿Por qué hay expresiones distintas del COP para máquina Frigorífica y Bomba de Calor, si siguen el mismo ciclo? ¿Por qué tienen valores superiores a 1? ¿Cuál es el COP de una MF y de una Bdc? ¿Por qué son mayores que 1? ¿Cómo pueden ser la misma máquina y seguir el mismo ciclo?~~

Nivel	CUESTIÓN	(auxiliar)
(mínimo) CONOCIMIENTO	DEFINICIÓN DE COP/CEF EXPRESIÓN ¹ $COP_{MF} = \frac{ Q_F }{ W } \quad COP_{Bdc} = \frac{ Q_C }{ W }$	*Nota: nos olvidamos de los signos (trabajamos en valores absolutos) para que los coefs de prestaciones sean positivos.
Pregunta de recepción	¿Esperas saber por qué funcionan exactamente igual una y otra?	Asegúrate de que comprendes cómo funcionan estos sistemas.
(básico) COMPRESIÓN	FUNCIONAMIENTO ² -Esquema-	
Pregunta de reacción	¿Eres capaz de observar la relación que existe entre estos COPs?	Saber esto te ayudará a calcularlos más rápidamente y comprobarlos.
(interiorizado) APLICACIÓN	PLANTEAR 1º PPIO ³ Ciclo: $\Delta U = 0 = Q - W \rightarrow W =$ $\frac{ Q_C - Q_F }{ W } - \frac{ Q_F }{ W } = \frac{ W }{ W }$ $COP_{Bdc} = COP_{MF} + 1$	
Pregunta de valoración	¿Quieres indagar en por qué son "rendimientos" mayores que la unidad, o te lo crees sin más?	
(inquisitivo) ANÁLISIS	2º PPIO: TªCLAUSIUS CLAPEYRON... RDTO. MÁX. CARNOT (ver ciclo) $COP_{MF} = \frac{ Q_F }{ W } = \frac{ Q_F }{ Q_C - Q_F }$ $= \frac{T_F \cdot \Delta S}{T_C \cdot \Delta S - T_F \cdot \Delta S}$ $= \frac{T_F}{T_C - T_F}$ EXERGÍA ⁴	ENLAZAR CON CUESTIÓN SOBRE RENDIMIENTO DE CARNOT
Pregunta de organización	¿Sabrías discriminar estos conceptos para el caso de una Bomba de Calor real utilizada en climatización, que funciona tanto en invierno como en verano?	
(versátil) SÍNTESIS	Bdc REVERSIBLE – ESQUEMA ⁵	
Pregunta de crítica	¿Se te muestra esperable que los COPs en modo calefacción y frío cumplan en	

	<i>la práctica la relación vista?</i>	
(crítico) EVALUACIÓN	[Ejemplo de los dos ciclos sobre un diagrama] [Valores comerciales de COPs estacionales] ⁶	*Reflejar órdenes de magnitud de los COPs

1- En MF aprovechamos el frío generado (calor extraído del foco frío en el evaporador), y en Bdc el calor generado (disipado al foco caliente en el condensador), pero en ambas precisamos de la potencia del compresor para que funcionen. Luego:

2- Son Máquinas térmicas: sistemas que interaccionan con el entorno en forma de calor y trabajo, en este caso a fin de trasvasar calor, usamos trabajo. Necesitamos entonces: dos intercambiadores de calor con el entorno (CONDENSADOR/ EVAPORADOR), un elemento que aporte el trabajo para que funcione (COMPRESOR), un elemento que permita cerrar el ciclo (VÁLVULA). → Potencias de interés... Aprovechamos una u otra.

3- Planteando el 1Ppio, observamos que todo lo disipado al entorno en el condensador, Q_c , debe ser lo extraído del medio en el evaporador, Q_f , más el trabajo W aportado desde este. Luego:

4- (2Ppio) Teorema de Clausius Clapeyron: transvasamos Q_f a Q_c pero hace falta W . Da igual que nos interese Q_f o Q_c .
(Exergía) La calidad de la energía transferida en forma de trabajo es superior a la del calor.

5- Bdc reversible : Equipos de AA: Funcionamiento invierno como Bdc (concepto tdco.), funcionamiento verano como MF.

Se llama "Bdc reversible", pero **el ciclo es el mismo!**

Precisamente hablar de COP en modo MF proviene de los equipos en climatización, que siendo el mismo permiten funcionar en ambos modos.

6- El COP modo calefacción no coincide con una unidad superior al de modo frío, porque realmente se trabaja entre otras temperaturas en los focos. Es el mismo sistema, siguiendo el mismo esquema de ciclo, pero DESPLAZADO EN EL DIAGRAMA.

CUESTIÓN: LEY DE FOURIER Y RESISTENCIAS TÉRMICAS

ENUNCIADO DE LA CUESTIÓN: *¿Por qué no considero el signo menos que aparece en la Ley de Fourier al plantear la transferencia de calor por conducción?*

TIPO DE PROBLEMÁTICA OBSERVADA: **Falta de vínculo entre lo estudiado en teoría y lo practicado en problemas**

Nivel	CUESTIÓN	(auxiliar)
(mínimo) CONOCIMIENTO	No se aplica nunca directamente la ley de Fourier	
<i>Pregunta de recepción</i>	<i>(se obliga a pasar al siguiente nivel)</i>	
(básico) COMPRENSIÓN	Las resistencias térmicas derivan de aplicar la Ley de Fourier una vez obtenida la distribución de temperaturas de desarrollar la ec. General de la conducción	
<i>Pregunta de reacción</i>		
(interiorizado) APLICACIÓN	Ejemplo aplicación.	
<i>Pregunta de valoración</i>		
(inquisitivo) ANÁLISIS	Desarrollo y obtención de las resistencias térmicas	
<i>Pregunta de organización</i>		
(versátil) SÍNTESIS	Proponer desarrollar lo mismo para tubos y esferas	
<i>Pregunta de crítica</i>		
(crítico) EVALUACIÓN	Observar que aparecen las áreas: ¿cuál se considera en tubos y casquetes esféricos? – enlazar con la cuestión de flujo de calor constante. Además: normalmente inmerso en un fluido – considerar las resistencias por convección – enlazar con otra cuestión.	

CUESTIÓN: **Confusión con la conductividad del Nusselt**

ENUNCIADO DE LA CUESTIÓN: *¿Qué conductividad k es la que debo considerar en la expresión del Nusselt?*

TIPO DE PROBLEMÁTICA OBSERVADA: **Error de concepto**

Nivel	CUESTIÓN	(auxiliar)
(mínimo) CONOCIMIENTO	La del fluido sacada con las propiedades	
<i>Pregunta de recepción</i>	<i>(se obliga a pasar al siguiente nivel)</i>	
(básico) COMPRENSIÓN	Significado del Nusselt: en fluidos hay también conducción – observar órdenes de magnitud de las k de distintos fluidos	
<i>Pregunta de reacción</i>		<i>Explicación alternativa</i>
(interiorizado) APLICACIÓN	Ejemplo dando la k de la superficie desde/hacia la que se disipa calor	
<i>Pregunta de valoración</i>		
(inquisitivo) ANÁLISIS	Intercambio de calor entre una superficie y un fluido – capa límite: deducción del Nusselt	
<i>Pregunta de organización</i>		
(versátil) SÍNTESIS	Relación con la capa límite – ¿valores del Prandtl?	
<i>Pregunta de crítica</i>		
(crítico) EVALUACIÓN	Relación Nusselt-Biot	