



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO FACULTAD DE CIENCIAS.

NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:

Termodinámica

Diapositivas Sobre la Unidad de Competencia III. En esta Unidad de Competencia el estudiante abordará la Primera y Segunda Ley de la Termodinámica sus aplicaciones y sus consecuencias.

OCTUBRE DE 2015.

Responsable: Dr. Jorge Mulia Rodríguez

Guion Explicativo

TERMODINÁMICA

Unidad de Competencia III. En esta Unidad de Competencia el estudiante abordará la Primera y Segunda Ley de la Termodinámica sus aplicaciones y sus consecuencias.

Guion Explicativo

I. Enunciados de la Termodinámica: 1) Enunciado de Kelvin-Planck. 2) Enunciado de Clausius.	Se describe la posibilidad de construir una máquina que funcione según un ciclo cerrado en donde el único efecto sea el de producir trabajo e intercambiar calor teniendo una sola fuente y la transferencia de calor desde una región de baja temperatura hasta otra de mayor temperatura.
II. Máquina Térmica	Se describe el funcionamiento de una Máquina Térmica, en general absorbe energía térmica Q_c de un depósito caliente y posteriormente libera la energía térmica Q_f al depósito frío y efectúa un trabajo W .
III. Eficiencia	Se define desde un esquema general hasta el teórico la expresión de la eficiencia térmica como el cociente del trabajo neto realizado a la energía térmica absorbida a una temperatura más alta durante un ciclo termodinámico.
IV. Procesos Cíclicos.	Se describe de manera general los procesos cíclicos hasta obtener la relación de la eficiencia termodinámica de un ciclo termodinámico.
V. Ejemplos.	Se demuestra por medio de dos ejemplos ilustrativos las aplicaciones para determinar la eficiencia térmica y a través de esta el trabajo termodinámico.
VI. Refrigeradores y Bombas Térmicas.	Se identifica que los refrigeradores operan a la inversa de una máquina térmica., en donde se absorbe energía térmica Q_f del depósito frío y entrega energía térmica Q_c al depósito caliente.
VII. Coeficiente de un Funcionamiento.	Se describe el coeficiente de funcionamiento y la expresión que se obtiene analizando el ciclo termodinámico de Carnot.
VIII. Carnot y Clausius.	Se introduce a la biografía de Clausius y Carnot.
XI. Equivalencia de la 2da ley de Kelvin-Planck y Clausius.	Se describen mediante diagramas y figuras la equivalencia termodinámica mediante la segunda ley de la termodinámica de Kelvin-Planck y Clausius.
X. El Ciclo de Carnot.	Se analiza gráficamente las cuatro etapas importantes del ciclo de Carnot en el diagrama PV .
XI. Eficiencia del Ciclo de Carnot.	Se determina la eficiencia térmica del ciclo de Carnot del diagrama PV .
XII. Resumen de los procesos en el ciclo de Carnot.	Se da un resumen de las cuatro etapas importantes del ciclo de Carnot en el diagrama PV .

Guion Explicativo

XIII. El Motor de Gasolina.	Se esquematiza los cinco procesos del motor de gasolinas, el cual puede describirse mediante el ciclo Otto.
XIV. Ciclo Termodinámico del Motor de Gasolina.	Se analizan las cuatro etapas importantes de los ciclos termodinámicos del motor de gasolina.
XV. Eficiencia del Ciclo de Otto.	Se calcula la eficiencia térmica del ciclo de Otto.
XVI. El Motor Diesel.	Se analizan las cuatro etapas importantes de los ciclos termodinámicos del motor de gasolina.
XVII. Eficiencia del Ciclo Diesel.	Se calcula la eficiencia térmica del ciclo Diesel.
XVIII. Resumen del Ciclo Diesel.	Se resumen las cuatro etapas importantes del ciclo diesel.
XIX. Entropía.	Se da la definición de entropía
XX. Cambios de Entropía en el Ciclo Termodinámico de Carnot.	Se calculan los cambios de entropía en el ciclo termodinámico de Carnot.
XXI. Proceso Reversible y Cuasiestático para un Gas Ideal.	Se describen los procesos reversibles y cuasiestáticos para un gas ideal.
XXII. Cambio de Entropía en un Proceso de Fusión.	Se determina los cambios de entropía en un proceso de fusión.
XXIII. Expansión Libre de un Gas	Se analiza la expansión libre de un gas.
XXIV. Transferencia Irreversible de Calor.	Se analiza la transferencia irreversible de calor.
XXV. Bibliografía.	Se presenta la bibliografía de consulta con respecto a los temas expuestos y algunas ilustraciones o figuras.

Índice

Página		Página	
12	I. Enunciados de la Termodinámica: 1) Enunciado de Kelvin-Planck. 2) Enunciado de Clausius.	29	XIV. Ciclo Termodinámico del Motor de Gasolina.
13	II. Máquina Térmica	31	XV. Eficiencia del Ciclo de Otto.
14	III. Eficiencia	32	XVI. El Motor Diesel.
16	IV. Procesos Cíclicos.	33	XVII. Eficiencia del Ciclo Diesel.
17	V. Ejemplos.	34	XVIII. Resumen del Ciclo Diesel.
18	VI. Refrigeradores y Bombas Térmicas.	35	XIX. Entropía.
20	VII. Coeficiente de un Funcionamiento (COP).	37	XX. Cambios de Entropía en el Ciclo Termodinámico de Carnot.
21	VIII. Carnot y Clausius.	39	XXI. Proceso Reversible y Cuasiestático para un Gas Ideal.
22	XI. Equivalencia de la 2da ley de Kelvin-Planck y Clausius.	41	XXII. Cambio de Entropía en un Proceso de Fusión.
23	X. El Ciclo de Carnot.	42	XXIII. Expansión Libre de un Gas
26	XI. Eficiencia de la Máquina de Carnot.	43	XXIV. Transferencia Irreversible de Calor.
27	XII. Resumen de los procesos en el ciclo de Carnot.	44	XXV. Bibliografía.
28	XIII. El Motor de Gasolina.		

TERMODINÁMICA.

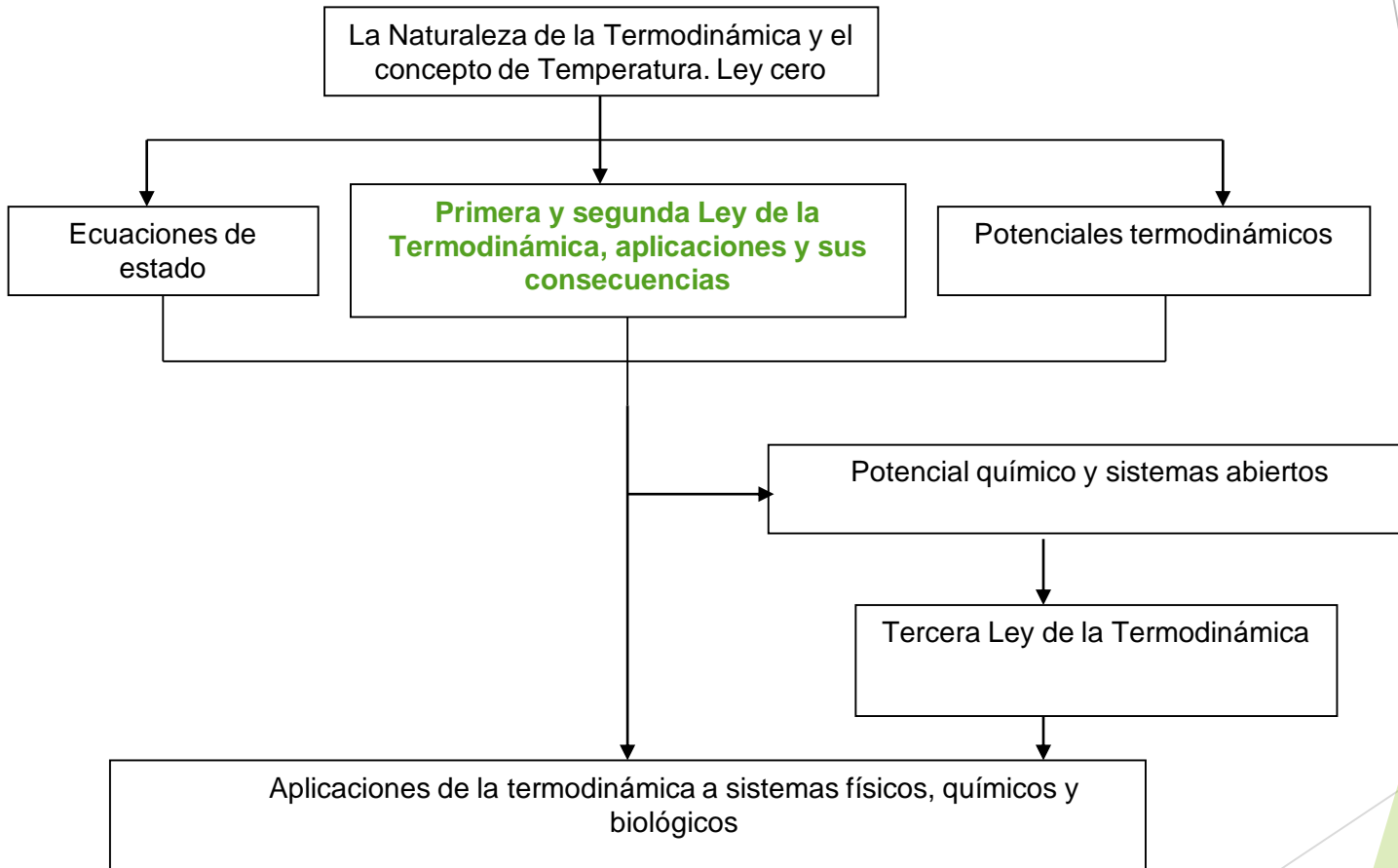
OBJETIVO: UNIDAD III: En esta Unidad de Competencia el estudiante abordará la Primera y Segunda Ley de la Termodinámica sus aplicaciones y sus consecuencias.

JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA: Mediante el presente material, el profesor puede guiar académicamente y de mejor forma al estudiante con el objetivo de que pueda aplicar los conceptos de la primera y segunda ley de la termodinámica.

• ESTRUCTURA DEL UNIDAD DE APRENDIZAJE

- 1.- La Naturaleza de la Termodinámica y el concepto de Temperatura. Ley cero de la termodinámica.
- 2.- Ecuaciones de estado
- 3.- **Primera y segunda Ley de la Termodinámica, aplicaciones y sus consecuencias.**
- 4.- Potenciales termodinámicos
- 5.- Tercera Ley de la Termodinámica
- 6.- Sistemas abiertos
- 7.- Aplicaciones de la termodinámica

Secuencia Didáctica



MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN FÍSICA 2003

CRÉDITOS TOTALES 431 - 453

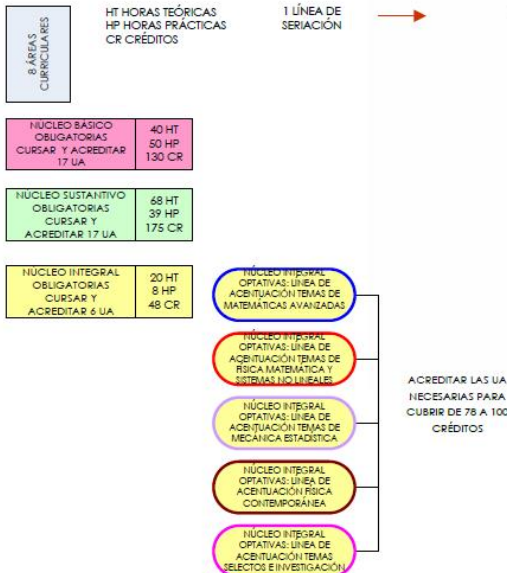
FÍSICA BÁSICA	<table border="1"> <tr> <td>FÍSICA TÉRMICA</td><td>4 2 10</td> <td>MÉCANICA</td><td>5 2 12</td> <td>ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO</td><td>5 2 12</td> <td>ÓPTICA</td><td>3 2 8</td> </tr> <tr> <td>FÍSICA CONCEPTUAL</td><td>3 2 8</td> <td colspan="5"></td> </tr> </table>	FÍSICA TÉRMICA	4 2 10	MÉCANICA	5 2 12	ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO	5 2 12	ÓPTICA	3 2 8	FÍSICA CONCEPTUAL	3 2 8																																																
FÍSICA TÉRMICA	4 2 10	MÉCANICA	5 2 12	ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO	5 2 12	ÓPTICA	3 2 8																																																				
FÍSICA CONCEPTUAL	3 2 8																																																										
MATEMÁTICAS	<table border="1"> <tr> <td>MATEMÁTICAS BÁSICAS</td><td>6 4 16</td> <td>ÁLGEBRA AVANZADA</td><td>5 2 12</td> <td>ÁLGEBRA LINEAL</td><td>4 2 10</td> <td>CÁLCULO VECTORIAL</td><td>4 2 10</td> <td>CÁLCULO INTEGRAL VECTORIAL</td><td>4 2 10</td> <td>VARIABLE COMPLEJA</td><td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td>CÁLCULO DIFERENCIAL</td><td>4 2 10</td> <td>CÁLCULO INTEGRAL</td><td>4 2 10</td> <td>PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA</td><td>4 2 10</td> <td>ECUACIONES DIFERENCIALES</td><td>4 2 10</td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>	MATEMÁTICAS BÁSICAS	6 4 16	ÁLGEBRA AVANZADA	5 2 12	ÁLGEBRA LINEAL	4 2 10	CÁLCULO VECTORIAL	4 2 10	CÁLCULO INTEGRAL VECTORIAL	4 2 10	VARIABLE COMPLEJA	4 2 10	CÁLCULO DIFERENCIAL	4 2 10	CÁLCULO INTEGRAL	4 2 10	PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA	4 2 10	ECUACIONES DIFERENCIALES	4 2 10																																						
MATEMÁTICAS BÁSICAS	6 4 16	ÁLGEBRA AVANZADA	5 2 12	ÁLGEBRA LINEAL	4 2 10	CÁLCULO VECTORIAL	4 2 10	CÁLCULO INTEGRAL VECTORIAL	4 2 10	VARIABLE COMPLEJA	4 2 10																																																
CÁLCULO DIFERENCIAL	4 2 10	CÁLCULO INTEGRAL	4 2 10	PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA	4 2 10	ECUACIONES DIFERENCIALES	4 2 10																																																				
FÍSICA MATEMÁTICA	<table border="1"> <tr> <td>MÉTODOS MATEMÁTICOS I</td><td>4 2 10</td> <td>MÉTODOS MATEMÁTICOS II</td><td>4 2 10</td> <td>MÉTODOS GEOMÉTRICOS DE LA FÍSICA MATEMÁTICA</td><td>4 2 10</td> <td>TEMAS SELECTOS DE ANÁLISIS APLICADO</td><td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td>GEOMETRÍA DIFERENCIAL</td><td>4 2 10</td> <td>TOPOLOGÍA BÁSICA</td><td>4 2 10</td> <td>TOPOLOGÍA AVANZADA</td><td>4 2 10</td> <td>CÁLCULO EN VARIACIONES</td><td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td>APLICACIONES DE LA TEORÍA DE GRUPOS</td><td>4 2 10</td> <td>ÁLGEBRA LINEAL AVANZADA</td><td>4 2 10</td> <td>TEORÍA DE SOLITONES</td><td>4 2 10</td> <td>CÁLCULO DE VARIACIONES</td><td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td>ECUACIONES DIFERENCIALES NO LINEALES</td><td>4 2 10</td> <td>TEORÍA DE SOLITONES</td><td>4 2 10</td> <td>TEMAS SELECTOS DE LA FÍSICA MATEMÁTICA</td><td>4 2 10</td> <td>SISTEMAS DINÁMICOS</td><td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td>ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES</td><td>4 2 10</td> <td colspan="5"></td> </tr> </table>	MÉTODOS MATEMÁTICOS I	4 2 10	MÉTODOS MATEMÁTICOS II	4 2 10	MÉTODOS GEOMÉTRICOS DE LA FÍSICA MATEMÁTICA	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE ANÁLISIS APLICADO	4 2 10	GEOMETRÍA DIFERENCIAL	4 2 10	TOPOLOGÍA BÁSICA	4 2 10	TOPOLOGÍA AVANZADA	4 2 10	CÁLCULO EN VARIACIONES	4 2 10	APLICACIONES DE LA TEORÍA DE GRUPOS	4 2 10	ÁLGEBRA LINEAL AVANZADA	4 2 10	TEORÍA DE SOLITONES	4 2 10	CÁLCULO DE VARIACIONES	4 2 10	ECUACIONES DIFERENCIALES NO LINEALES	4 2 10	TEORÍA DE SOLITONES	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE LA FÍSICA MATEMÁTICA	4 2 10	SISTEMAS DINÁMICOS	4 2 10	ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES	4 2 10																								
MÉTODOS MATEMÁTICOS I	4 2 10	MÉTODOS MATEMÁTICOS II	4 2 10	MÉTODOS GEOMÉTRICOS DE LA FÍSICA MATEMÁTICA	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE ANÁLISIS APLICADO	4 2 10																																																				
GEOMETRÍA DIFERENCIAL	4 2 10	TOPOLOGÍA BÁSICA	4 2 10	TOPOLOGÍA AVANZADA	4 2 10	CÁLCULO EN VARIACIONES	4 2 10																																																				
APLICACIONES DE LA TEORÍA DE GRUPOS	4 2 10	ÁLGEBRA LINEAL AVANZADA	4 2 10	TEORÍA DE SOLITONES	4 2 10	CÁLCULO DE VARIACIONES	4 2 10																																																				
ECUACIONES DIFERENCIALES NO LINEALES	4 2 10	TEORÍA DE SOLITONES	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE LA FÍSICA MATEMÁTICA	4 2 10	SISTEMAS DINÁMICOS	4 2 10																																																				
ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES	4 2 10																																																										
FÍSICA TEÓRICA CLÁSICA	<table border="1"> <tr> <td>MECÁNICA TEÓRICA</td><td>5 2 12</td> <td>FÍSICA ESTADÍSTICA</td><td>5 2 12</td> <td>ÓPTICA MODERNA</td><td>3 2 8</td> <td>INTRODUCCIÓN A LA ASTROFÍSICA</td><td>4 2 10</td> <td>GRAVITACIÓN</td><td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td>TERMODINÁMICA</td><td>4 2 10</td> <td>ELECTRODINÁMICA</td><td>5 2 12</td> <td>MATERIA CONDENSADA</td><td>4 0 8</td> <td>COSMOLOGÍA</td><td>4 2 10</td> <td>TEORÍA CLÁSICA DE CAMPOS</td><td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td>TEORÍA DE LÍQUIDOS</td><td>4 2 10</td> <td>RELATIVIDAD</td><td>4 0 8</td> <td>PLASMAS</td><td>4 2 10</td> <td>ONDAS Y OSCILACIONES LINEALES Y NO LINEALES</td><td>4 2 10</td> <td>HIDRODINÁMICA</td><td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td>MAGNETOHIDRODINÁMICA</td><td>4 2 10</td> <td>FÍSICA ESTADÍSTICA FUERA DE EQUILIBRIO</td><td>4 2 10</td> <td>PROCESOS ESTOCÁSTICOS</td><td>4 2 10</td> <td>ÓPTICA NO LINEAL</td><td>4 2 10</td> <td>ÓPTICA GEOMÉTRICA</td><td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td>MATERIA CONDENSADA BLANDA</td><td>4 2 10</td> <td>TERMODINÁMICA DE PROCESOS IRREVERSIBLES</td><td>4 2 10</td> <td>TEMAS SELECTOS DE FÍSICA TEÓRICA I</td><td>4 2 10</td> <td>TEMAS SELECTOS DE FÍSICA TEÓRICA II</td><td>4 2 10</td> <td>TEMAS SELECTOS DE FÍSICA TEÓRICA</td><td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td>TEORÍA CINÉTICA DE GASES</td><td>4 2 10</td> <td>TEMAS SELECTOS DE FÍSICA AVANZADA I</td><td>4 2 10</td> <td>TEMAS SELECTOS DE FÍSICA AVANZADA II</td><td>4 2 10</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>	MECÁNICA TEÓRICA	5 2 12	FÍSICA ESTADÍSTICA	5 2 12	ÓPTICA MODERNA	3 2 8	INTRODUCCIÓN A LA ASTROFÍSICA	4 2 10	GRAVITACIÓN	4 2 10	TERMODINÁMICA	4 2 10	ELECTRODINÁMICA	5 2 12	MATERIA CONDENSADA	4 0 8	COSMOLOGÍA	4 2 10	TEORÍA CLÁSICA DE CAMPOS	4 2 10	TEORÍA DE LÍQUIDOS	4 2 10	RELATIVIDAD	4 0 8	PLASMAS	4 2 10	ONDAS Y OSCILACIONES LINEALES Y NO LINEALES	4 2 10	HIDRODINÁMICA	4 2 10	MAGNETOHIDRODINÁMICA	4 2 10	FÍSICA ESTADÍSTICA FUERA DE EQUILIBRIO	4 2 10	PROCESOS ESTOCÁSTICOS	4 2 10	ÓPTICA NO LINEAL	4 2 10	ÓPTICA GEOMÉTRICA	4 2 10	MATERIA CONDENSADA BLANDA	4 2 10	TERMODINÁMICA DE PROCESOS IRREVERSIBLES	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA TEÓRICA I	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA TEÓRICA II	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA TEÓRICA	4 2 10	TEORÍA CINÉTICA DE GASES	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA AVANZADA I	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA AVANZADA II	4 2 10		
MECÁNICA TEÓRICA	5 2 12	FÍSICA ESTADÍSTICA	5 2 12	ÓPTICA MODERNA	3 2 8	INTRODUCCIÓN A LA ASTROFÍSICA	4 2 10	GRAVITACIÓN	4 2 10																																																		
TERMODINÁMICA	4 2 10	ELECTRODINÁMICA	5 2 12	MATERIA CONDENSADA	4 0 8	COSMOLOGÍA	4 2 10	TEORÍA CLÁSICA DE CAMPOS	4 2 10																																																		
TEORÍA DE LÍQUIDOS	4 2 10	RELATIVIDAD	4 0 8	PLASMAS	4 2 10	ONDAS Y OSCILACIONES LINEALES Y NO LINEALES	4 2 10	HIDRODINÁMICA	4 2 10																																																		
MAGNETOHIDRODINÁMICA	4 2 10	FÍSICA ESTADÍSTICA FUERA DE EQUILIBRIO	4 2 10	PROCESOS ESTOCÁSTICOS	4 2 10	ÓPTICA NO LINEAL	4 2 10	ÓPTICA GEOMÉTRICA	4 2 10																																																		
MATERIA CONDENSADA BLANDA	4 2 10	TERMODINÁMICA DE PROCESOS IRREVERSIBLES	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA TEÓRICA I	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA TEÓRICA II	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA TEÓRICA	4 2 10																																																		
TEORÍA CINÉTICA DE GASES	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA AVANZADA I	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA AVANZADA II	4 2 10																																																						
FÍSICA TEÓRICA CUÁNTICA	<table border="1"> <tr> <td>INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA CUÁNTICA</td><td>5 2 12</td> <td>FÍSICA CUÁNTICA</td><td>5 2 12</td> <td>FÍSICA NUCLEAR</td><td>4 0 8</td> <td>MECÁNICA CUÁNTICA RELATIVISTA</td><td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td>ESTADO SÓLIDO</td><td>4 2 10</td> <td>TEMAS SELECTOS DE FÍSICA NUCLEAR</td><td>4 2 10</td> <td>TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS</td><td>4 2 10</td> <td>ELECTRODINÁMICA CUÁNTICA</td><td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td>FÍSICA MOLECULAR</td><td>4 2 10</td> <td>FÍSICA ATÓMICA AVANZADA</td><td>4 2 10</td> <td>QUÍMICA CUÁNTICA</td><td>4 2 10</td> <td colspan="1"></td> </tr> </table>	INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA CUÁNTICA	5 2 12	FÍSICA CUÁNTICA	5 2 12	FÍSICA NUCLEAR	4 0 8	MECÁNICA CUÁNTICA RELATIVISTA	4 2 10	ESTADO SÓLIDO	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA NUCLEAR	4 2 10	TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS	4 2 10	ELECTRODINÁMICA CUÁNTICA	4 2 10	FÍSICA MOLECULAR	4 2 10	FÍSICA ATÓMICA AVANZADA	4 2 10	QUÍMICA CUÁNTICA	4 2 10																																				
INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA CUÁNTICA	5 2 12	FÍSICA CUÁNTICA	5 2 12	FÍSICA NUCLEAR	4 0 8	MECÁNICA CUÁNTICA RELATIVISTA	4 2 10																																																				
ESTADO SÓLIDO	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA NUCLEAR	4 2 10	TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS	4 2 10	ELECTRODINÁMICA CUÁNTICA	4 2 10																																																				
FÍSICA MOLECULAR	4 2 10	FÍSICA ATÓMICA AVANZADA	4 2 10	QUÍMICA CUÁNTICA	4 2 10																																																						

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN FÍSICA 2003

CRÉDITOS TOTALES 431-453

FÍSICA COMPUTACIONAL	COMPUTACIÓN BÁSICA 0 4 4	LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN 2 4 8	FÍSICA COMPUTACIONAL 5 3 13	SIMULACIÓN DE SISTEMAS EN EQUILIBRIO 4 2 10	SIMULACIÓN DE SISTEMAS FUERA DE EQUILIBRIO 4 2 10	FÍSICA COMPUTACIONAL AVANZADA 4 2 10	
FÍSICA EXPERIMENTAL	TÉCNICAS DE LABORATORIO 0 5 5	LABORATORIO DE FÍSICA TÉRMICA 0 5 5	LABORATORIO DE MÉCANICA 0 5 5	LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO 0 6 6	LABORATORIO DE ÓPTICA 0 3 3	LABORATORIO DE FÍSICA CUÁNTICA 0 4 4	
INTERDISCIPLINARIAS Y COMPLEMENTARIAS	INTRODUCCIÓN A LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA 2 0 4	INGLÉS C1 2 2 6	INGLÉS C2 2 2 6	DINÁMICA DE SISTEMAS BIOLÓGICOS 4 2 10	ESTRUCTURA DE LA MATERIA 4 2 10	BIOFÍSICA BÁSICA 4 2 10	BIOFÍSICA MOLECULAR 4 2 10
				SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN I 5 0 10	SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN II 5 0 10	ECONOFÍSICA 4 2 10	FISICOQUÍMICA 4 2 10
				ESTANCIA DE INVESTIGACIÓN I 4 2 10	ESTANCIA DE INVESTIGACIÓN II 4 2 10	HISTORIA DE LA FÍSICA 4 0 8	FILOSOFÍA DE LA FÍSICA 4 0 8
				ÉTICA PROFESIONAL 3 0 6	GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS 4 2 8	ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN 3 3 9	
				LABORATORIO DE FÍSICA NUCLEAR 0 6 6	LABORATORIO DE ESTADO SÓLIDO 0 6 6	LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN 2 6 10	LABORATORIO AVANZADO DE ÓPTICA 0 6 6
				LABORATORIO AVANZADO 0 4 4			

SIMBOLOGÍA



TOTAL DEL NÚCLEO BÁSICO
17 UA PARA CUBRIR
130 CRÉDITOS

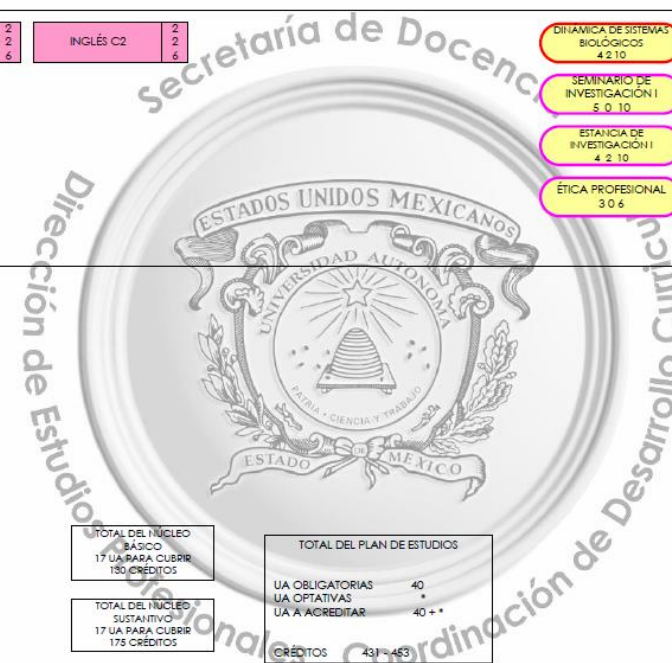
TOTAL DEL NÚCLEO SUSTANTIVO
17 UA PARA CUBRIR
175 CRÉDITOS

TOTAL DEL NÚCLEO INTEGRAL
6 UA PARA CUBRIR DE
126 A 148 CRÉDITOS

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS

UA OBLIGATORIAS 40
UA OPTATIVAS *
UA A ACREDITAR 40 + *

CRÉDITOS 431 - 453

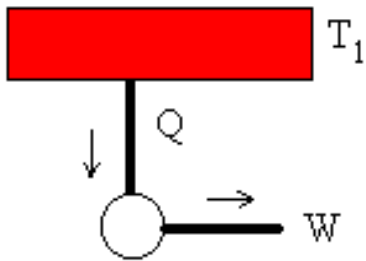


TERMODINÁMICA

Unidad de Competencia III. En esta Unidad de Competencia el estudiante abordará la Primera y Segunda Ley de la Termodinámica sus aplicaciones y sus consecuencias.

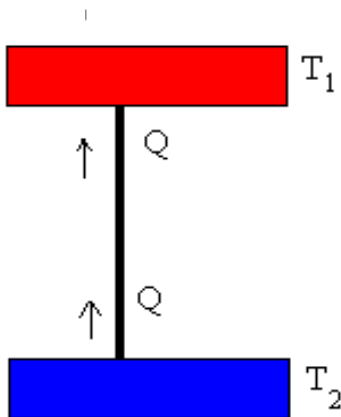
I. ENUNCIADOS DE LA TERMODINÁMICA

1) Enunciado de Kelvin-Planck:



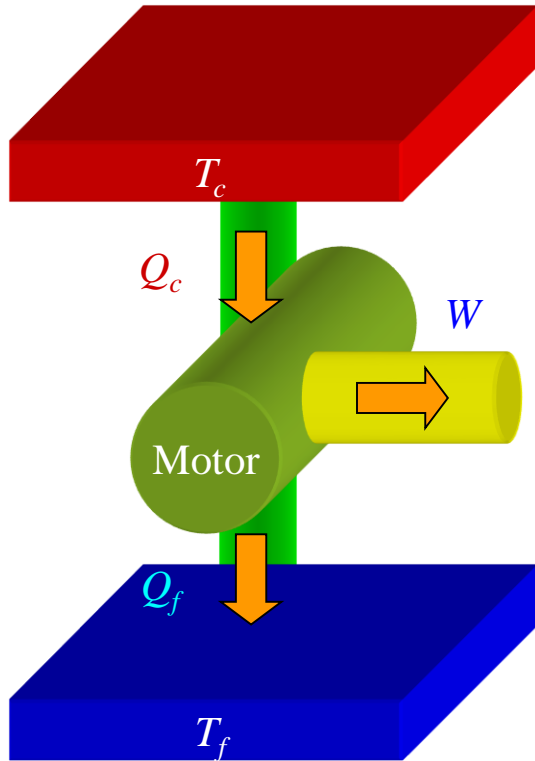
Es imposible construir una máquina que funcione según un ciclo cerrado en donde el único efecto sea el de producir trabajo e intercambiar calor teniendo una sola fuente.

2) Enunciado de Clausius:



Es imposible que el calor transferido por si solo desde una región de baja temperatura hasta otra de mayor temperatura.

II. MAQUINA TÉRMICA



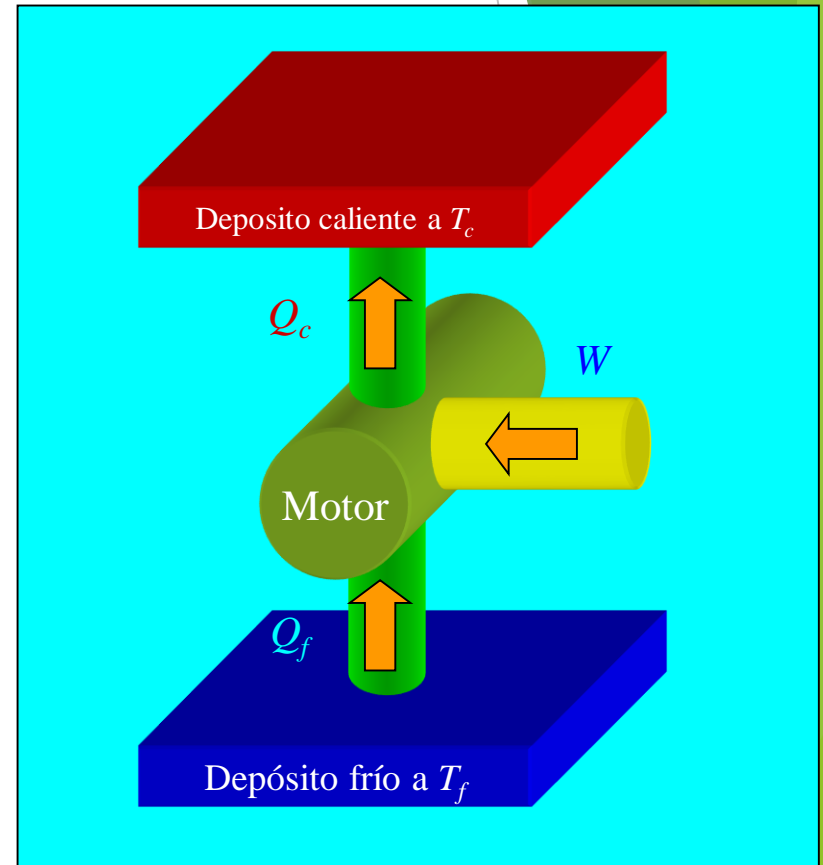
Una máquina térmica debe efectuar un ciclo cerrado. Absorbe energía térmica Q_c de un depósito caliente, libera la energía térmica Q_f al depósito frío y efectúa un trabajo W .

$$W = Q_c - Q_f$$

III. EFICIENCIA

Una bomba de calor es un dispositivo mecánico que transporta energía térmica de una región a baja temperatura a una región a temperatura mayor.

La figura es una representación esquemática de una bomba de calor. La temperatura exterior es T_f y la energía térmica absorbida por el fluido circulante es Q_f . La bomba de calor realiza un trabajo W sobre el fluido, y la energía térmica transferida de la bomba de calor hacia el interior del edificio es Q_c .



III. EFICIENCIA

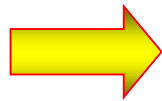
Se define como el cociente del trabajo neto realizado a la energía térmica absorbida a una temperatura más alta durante el ciclo:

$$\eta = e = \frac{W}{Q_c} = \frac{Q_c - Q_f}{Q_c} = 1 - \frac{Q_f}{Q_c}$$

Esta relación muestra que una máquina tiene un 100% de eficiencia sólo si $Q_f = 0$. Es decir, no se entrega energía térmica al reservorio frío.

IV. PROCESOS CÍCLICOS

- Pueden Funcionar como Máquinas Térmicas
- El Primer Estado y el último tienen la misma Temperatura:



$$\Delta U = 0$$

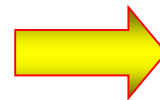
$$W = Q_h + Q_c > 0$$



Área positiva encerrada por el ciclo en un diagrama pV

▪ Rendimiento Térmico

$$\eta = \frac{W}{Q_h} = \frac{Q_h + Q_c}{Q_h} = \frac{Q_h - |Q_c|}{Q_h}$$



$$\eta = 1 - \frac{|Q_c|}{Q_h}$$

V. EJEMPLOS

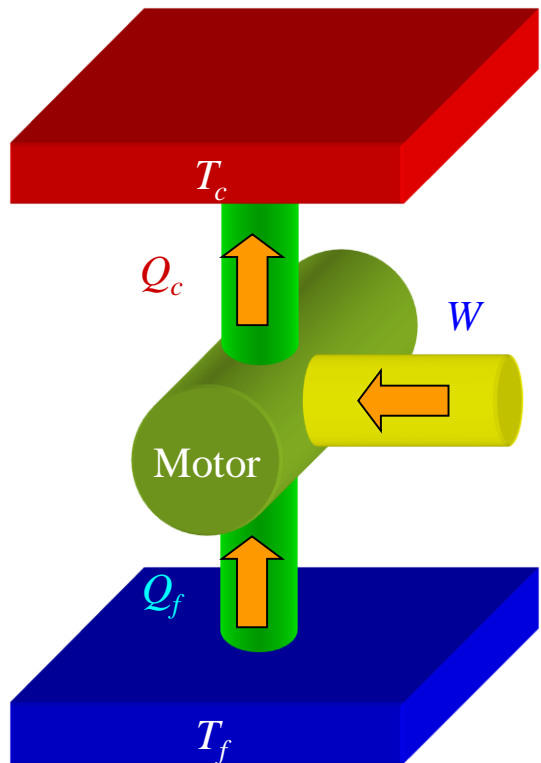
1.- Calcule la eficiencia de una máquina térmica que absorbe 200 J de energía de un depósito caliente y entrega 150 J a un depósito frío.

2.- Una máquina térmica tiene una eficiencia del 26%, ¿cuál es el trabajo realizado si el depósito frío absorbe 240 J?

$$\eta = e = \frac{W}{Q_c} = \frac{Q_c - Q_f}{Q_c} = 1 - \frac{Q_f}{Q_c}$$

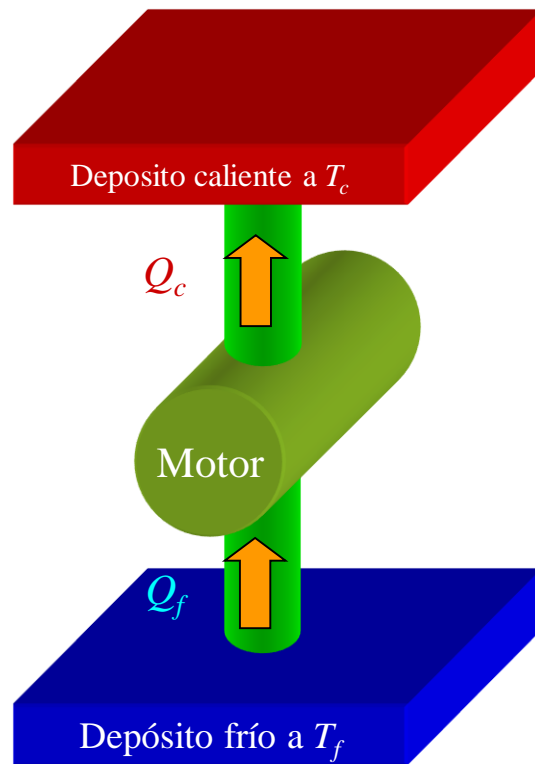
VI. REFRIGERADORES Y BOMBAS TÉRMICAS

Son máquinas térmicas que operan a la inversa. La máquina absorbe energía térmica Q_f del depósito frío y entrega energía térmica Q_c al depósito caliente.



Esquema de un
refrigerador.

Esquema de un refrigerador imposible.



VII. COEFICIENTE DE FUNCIONAMIENTO (COP)

$$COP = \frac{Q_c}{W}$$

En un ciclo de Carnot:

$$COP = \frac{T_c}{T_c - T_f}$$

VIII. CARNOT Y CLAUSIUS

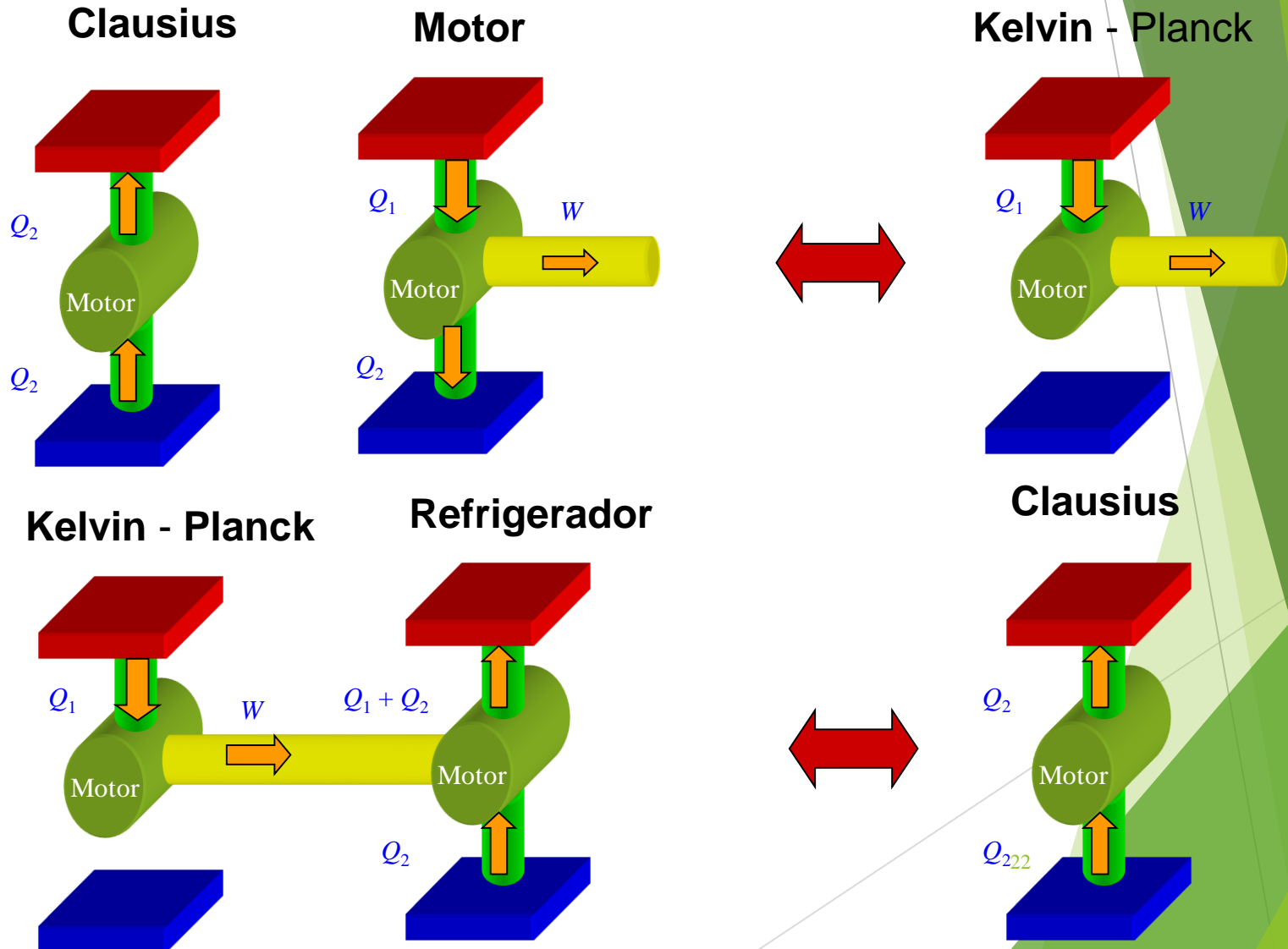


Físico francés que nació el 1 de junio de 1796 en París y murió allí mismo el 24 de agosto de 1832; pertenecía a una familia distinguida de Francia; ya que su padre, Lazare Nicolas Marguerite Carnot fue el general francés que organizó a los ejércitos republicanos.

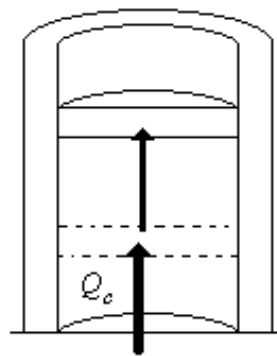
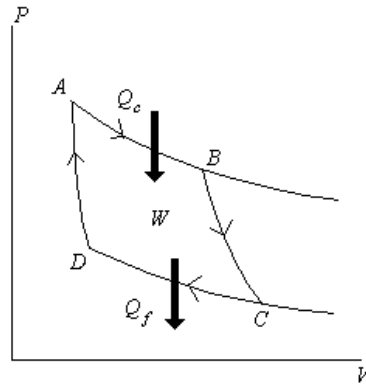


*Rudolf Julius Emanuel Clausius
Físico Alemán que nació en Köslin,
Pomerania (ahora Koszalin, Polonia) el 2 de
enero de 1822 y murió en Bonn el 24 de
agosto de 1888.*

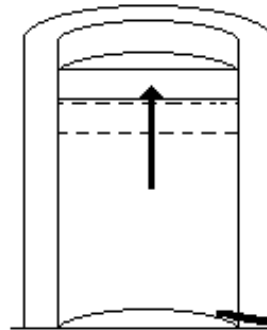
IX. EQUIVALENCIA DE LA 2ª LEY DE KELVIN-PLANCK Y CLAUSIUS



X. EL CICLO DE CARNOT



$A \rightarrow B$
Expansión
isotérmica

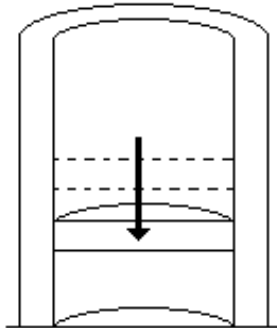


$B \rightarrow C$
Expansión
Adiabática

$Q = 0$

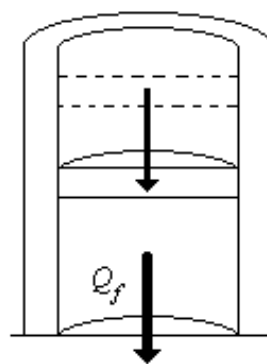
Depósito caliente a T_c

Ciclo



$D \rightarrow A$
Compresión
adiabática

$Q = 0$

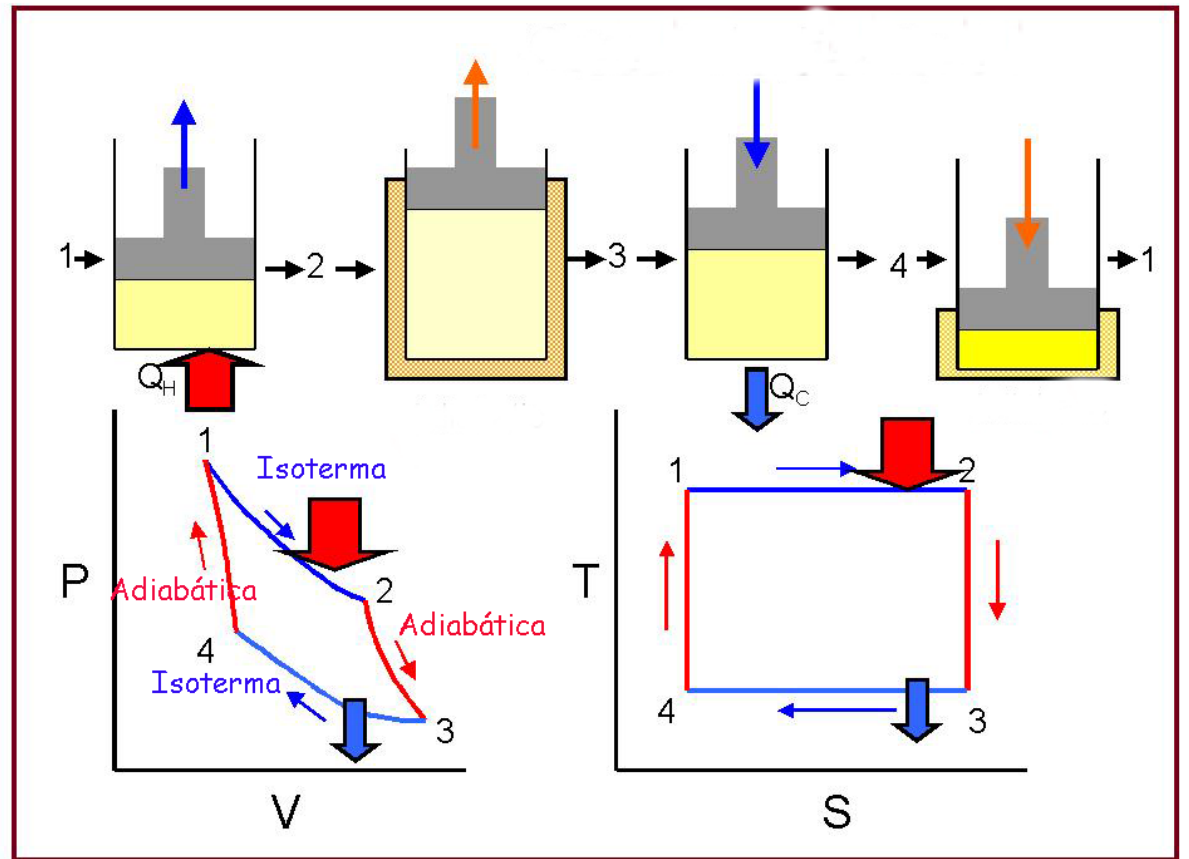


$C \rightarrow D$
Compresión
isotérmica

Depósito caliente a T_f

X. EL CICLO DE CARNOT

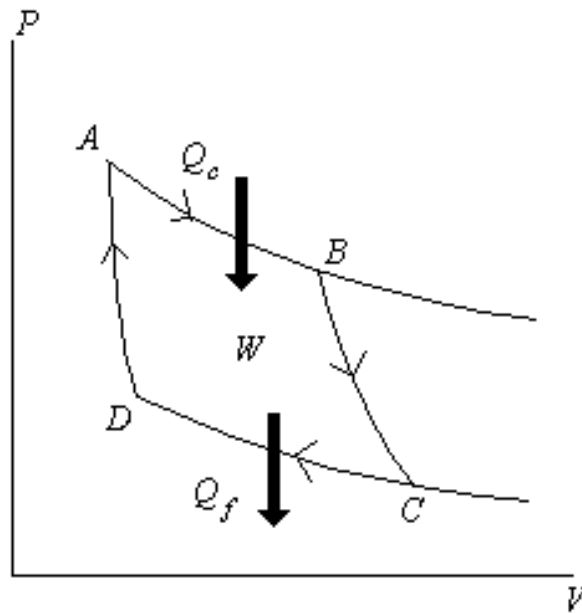
- Ciclo de rendimiento máximo.



Isoterma → Adiabática → Isoterma → Adiabática →

X. EL CICLO DE CARNOT

En la figura anterior se muestran cuatro etapas del ciclo de Carnot, y el diagrama PV para el ciclo se muestra en la figura siguiente.



XI. Eficiencia de la máquina de Carnot

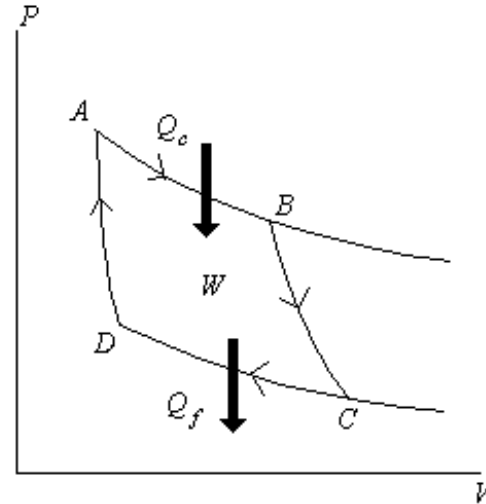
- Proceso $A \rightarrow B$

$$Q_c = W_{AB} = nRT_c \ln V_B/V_A$$

- Proceso $B \rightarrow C$

$$T_c V_B^{\gamma-1} = T_f V_C^{\gamma-1}$$

- Proceso $C \rightarrow D$



$$Q_f = |W_{CD}| = nRT_f \ln V_C/V_D \quad Q_f/Q_c = T_f \ln(V_C/V_D) / T_c \ln(V_B/V_A)$$

- Etapa final, $D \rightarrow A$

$$T_c V_A^{\gamma-1} = T_f V_D^{\gamma-1} \quad \text{de aquí} \quad V_B/V_A = V_C/V_D$$

Se deduce que:

$$\eta_c = 1 - Q_f/Q_c = 1 - T_f/T_c$$

XII. Resumen de los Procesos en el Ciclo de Carnot.

- ▶ 1→2 Expansión Isotérmica. $T=\text{cte}$

$$P_1V_1 = P_2V_2$$
$$T_1 = T_2$$

$$W_{12} = Q_h = nRT_h \ln \frac{V_2}{V_1} > 0$$

- ▶ 2→3 Expansión Adiabática. $Q=0$

$$P_2V_2^\gamma = P_3V_3^\gamma$$
$$T_2V_2^{\gamma-1} = T_3V_3^{\gamma-1}$$

$$W_{23} = C_v(T_2 - T_3)$$
$$Q = 0$$

- ▶ 3→4 Compresión Isotérmica. $T=\text{cte}$

$$P_3V_3 = P_4V_4$$
$$T_3 = T_4$$

$$W_{34} = Q_c = nRT_c \ln \frac{V_4}{V_3} < 0$$

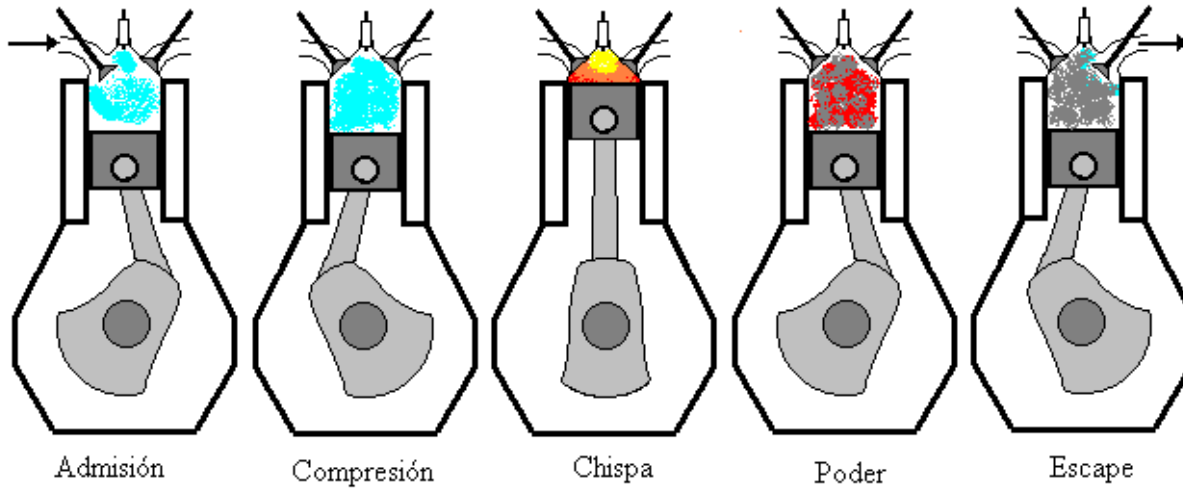
- ▶ 4→1 Compresión Adiabática. $Q=0$

$$P_4V_4^\gamma = P_1V_1^\gamma$$
$$T_4V_4^{\gamma-1} = T_1V_1^{\gamma-1}$$

$$W_{41} = C_v(T_4 - T_1)$$
$$Q = 0$$

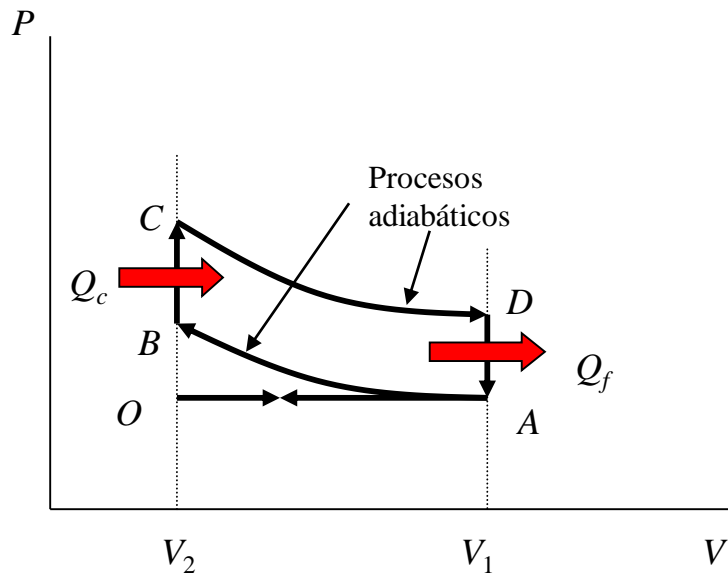
XIII. EL MOTOR DE GASOLINA

El motor de gasolinas puede describirse mediante el ciclo Otto, el cual se ilustra en la figura



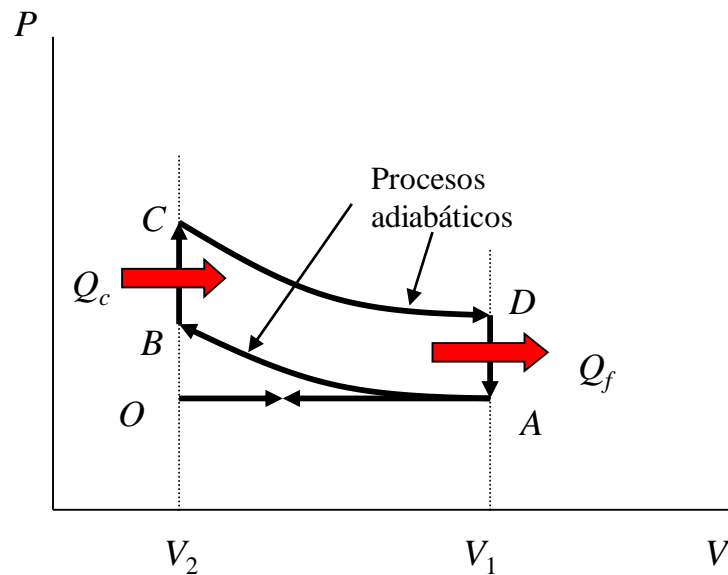
XIV. CICLO TERMODINÁMICO DEL MOTOR DE GASOLINA

- Admisión $O \rightarrow A$, el volumen aumenta de V_2 a V_1 .
- Compresión $A \rightarrow B$, se comprime adiabáticamente de V_1 a V_2 .
- Combustión $B \rightarrow C$, se absorbe energía térmica Q_c al gas.



XIV. CICLO TERMODINÁMICO DEL MOTOR DE GASOLINA

- Potencia $C \rightarrow D$ (carrera de potencia), el gas se expande adiabáticamente de T_C a T_D .
- Proceso $D \rightarrow A$ se extrae la energía térmica Q_f del gas.
- Proceso final de escape $A \rightarrow O$, el volumen disminuye de V_2 a V_1 .



XV. EFICIENCIA DEL CICLO OTTO

El trabajo realizado es:

$$W = Q_c - Q_f$$

Los procesos B → C y D → A ocurren a volumen constante entonces

$$Q_c = nC_V(T_C - T_B) \quad \text{y} \quad Q_f = nC_V(T_D - T_A)$$

La eficiencia es:

$$\eta = 1 - \frac{Q_f}{Q_c} = 1 - \frac{T_D - T_A}{T_C - T_B}$$

En A → B se cumple:

$$T_A V_A^{\gamma-1} = T_B V_B^{\gamma-1}$$

En C → D se cumple:

$$T_C V_C^{\gamma-1} = T_D V_D^{\gamma-1}$$

Sea $V_1 = V_A = V_D$ y $V_2 = V_C = V_B$ sustituyendo en las anteriores y simplificando se llega a

Donde V_1/V_2 es la razón de compresión

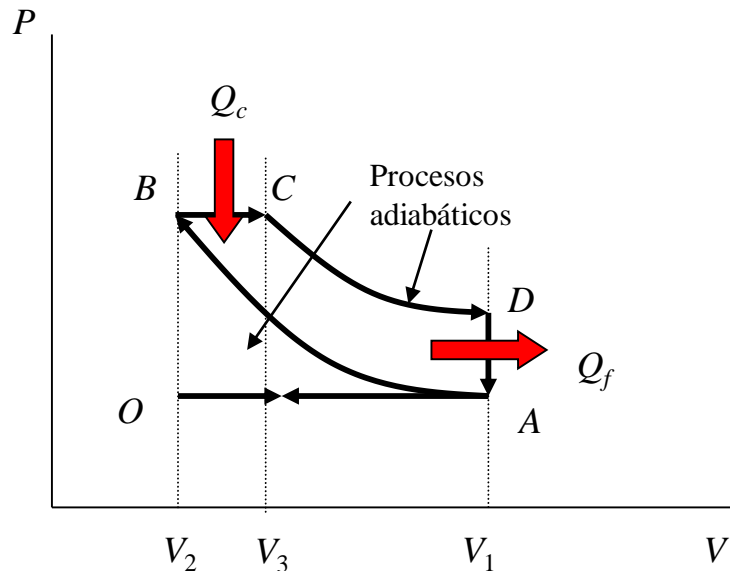
$$\eta = 1 - \frac{1}{(V_1/V_2)^{\gamma-1}}$$

XVI. EL MOTOR DIESEL

Los procesos OA, AB, DA y AO son iguales que en el ciclo Otto.

El proceso BC corresponde a una expansión isobárica.

El proceso C \rightarrow D es una expansión adiabática



XVII. EFICIENCIA DEL CICLO DIESEL

El trabajo realizado es:

$$W = Q_c - Q_f$$

Los procesos BC y DA ocurren a volumen constante:

$$Q_c = nC_P(T_C - T_B) \quad \text{y} \quad Q_f = nC_V(T_D - T_A)$$

La eficiencia es:

$$\eta = 1 - \frac{Q_f}{Q_c} = 1 - \frac{C_V(T_D - T_A)}{C_P(T_C - T_B)} = 1 - \frac{(T_D - T_A)}{\gamma(T_C - T_B)}$$

En AB se cumple: $T_A V_A^{g-1} = T_B V_B^{g-1}$

En CD se cumple: $T_C V_C^{g-1} = T_D V_D^{g-1}$

En donde $V_1 = V_A = V_D$ y $V_2 = V_B$ y $V_3 = V_C$

$$\eta = 1 - \frac{1}{(V_1/V_2)^{\gamma-1}} \left[\frac{r_c^{\gamma-1}}{\gamma(r_c - 1)} \right]$$

Donde $r = V_1/V_2$ es la razón de compresión y $r_c = V_3/V_2$ es la relación de corte de admisión.

XVIII. Resumen del Ciclo Diesel

- ▶ 1→2 Compresión Adiabática. $Q=0$

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$$
$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$$

$$W_{12} = C_v (T_1 - T_2)$$
$$Q = 0$$

- ▶ 2→3 Expansión Isobara. $P=\text{cte}$

$$T_3 V_2 = T_2 V_3$$
$$P_2 = P_3$$

$$W_{23} = P_2 (V_3 - V_2)$$
$$Q_{23} = C_p (T_3 - T_2)$$

- ▶ 3→4 Expansión Adiabática. $Q=0$

$$P_3 V_3^\gamma = P_4 V_4^\gamma$$
$$T_3 V_3^{\gamma-1} = T_4 V_4^{\gamma-1}$$

$$W_{34} = C_v (T_3 - T_4)$$
$$Q = 0$$

- ▶ 4→1 Compresión isócora. $V=\text{cte}$

$$T_4 V_1 = T_1 V_1$$
$$P_4 = P_1$$

$$W_{41} = 0$$
$$Q_{41} = C_v (T_1 - T_4)$$

XIX. ENTROPÍA

Otra función de estado, relacionada con la segunda ley de la termodinámica, es la entropía.

$$dS = \frac{dQ_r}{T}$$

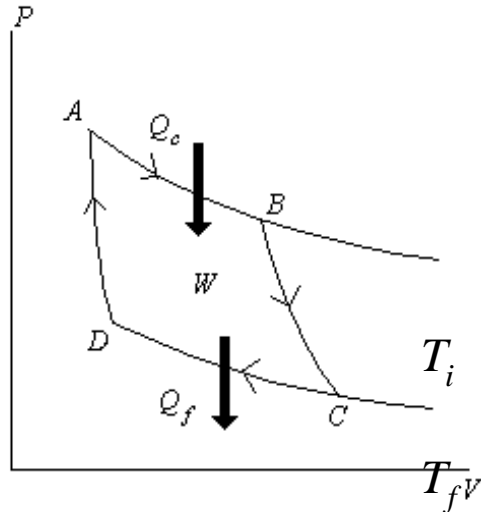
Para calcular el cambio en la entropía en relación con un proceso finito, debemos recordar que T por lo general no es constante.

$$\Delta S = \int_i^f dS = \int_i^f \frac{dQ}{T}$$

La entropía es una función de estado, el cambio en la entropía de un sistema al ir de un estado a otro *tiene el mismo valor para todas las trayectorias* que conectan los dos estados.

Es decir, el cambio en la entropía de un sistema solo depende de las propiedades del estado de equilibrio inicial y final.

XX. CAMBIOS DE ENTROPIA EN EL CICLO TERMODINÁMICO DE CARNOT.



$$\Delta S = \frac{Q_i}{T_i} - \frac{Q_f}{T_f}$$

Para el ciclo de Carnot se cumple que

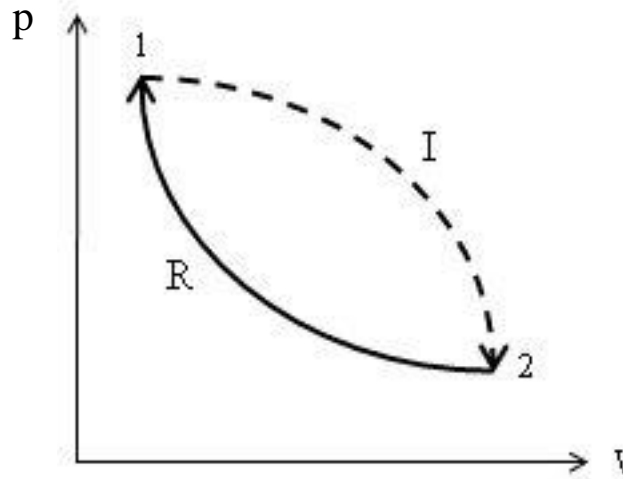
$$\frac{Q_f}{Q_c} = \frac{T_f}{T_c}$$

Este resultado es considerando que **el cambio total en la entropía para la máquina de Carnot que opera en un ciclo es cero.**

Para un ciclo arbitrario y puesto que la función entropía es una función de estado, concluimos que $\Delta S = 0$ para cualquier ciclo.

En general, podemos escribir esta condición de la siguiente manera:

$$\oint \frac{dQ_r}{T} = 0$$



Ciclo cerrado en el diagrama PV con trayectorias I y R respectivamente

Donde la integral es sobre un ciclo cerrado.

XXI. PROCESO REVERSIBLE Y CUASISTÁTICO PARA UN GAS IDEAL.

El cambio de entropía en este proceso.

De acuerdo con la primera ley y la ecuación de estado $P = nRT/V$ la energía térmica transferida es:

$$dQ_r = dU + PdV = nC_v dT + nRT \frac{dV}{V}$$

Integrando ambos términos

$$\frac{dQ_r}{T} = nC_V \frac{dT}{T} + nR \frac{dV}{V}$$

Como C_V es constante sobre el intervalo e integrando a partir de T_i, V_i a T_f, V_f obtenemos:

$$\Delta S = \int_i^f \frac{dQ_r}{T} = nC_V \ln \frac{T_f}{T_i} + nR \ln \frac{V_f}{V_i}$$

ΔS puede ser positiva o negativa dependiendo de si el gas absorbe o expulsa energía térmica durante el proceso.

XXII. CAMBIO DE ENTROPÍA EN UN PROCESO DE FUSIÓN

- Un sólido tiene un calor latente de fusión L_f se funde a una temperatura T_m . Calcule el cambio en la entropía

$$\Delta S = \int \frac{dQ_r}{T} = \frac{1}{T_m} \int dQ = \frac{Q}{T_m} = \frac{mL_f}{T_m}$$

- Un cubo de hielo se funde, 3 cm de lado, 30 cm³ de volumen, $L = 3.33 \times 10^5$ J/kg. Cual el cambio de entropía.

$$\Delta S = (0.030 \text{ kg})(3.33 \times 10^5 \text{ J/kg}) / (273 \text{ K}) = 40 \text{ J/K}$$

XXIII. EXPANSIÓN LIBRE DE UN GAS

Cuando se rompe la membrana, el gas se expande irreversiblemente de modo que ocupa un volumen más grande.

$$\Delta S = \int \frac{dQ_r}{T} = \frac{1}{T} \int_i^f dQ_r$$

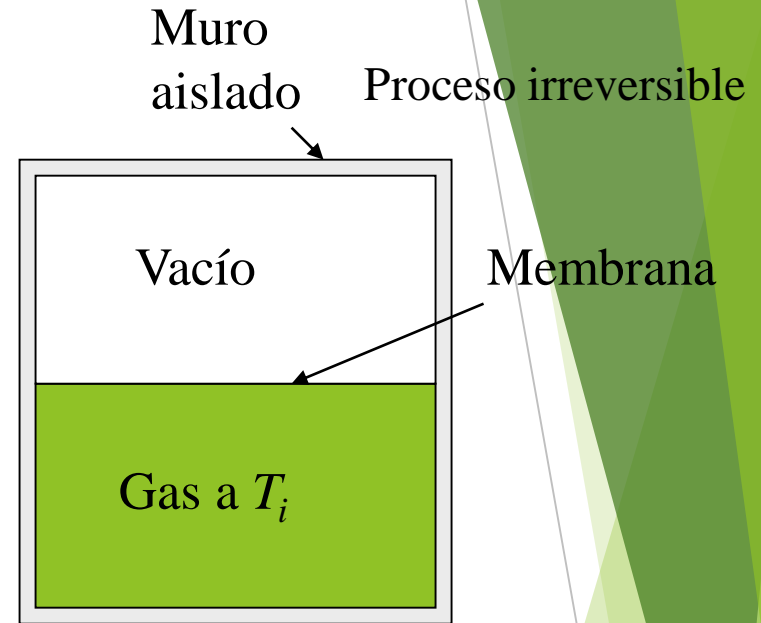
Para calcular Q_r sustituimos el proceso por un proceso isotérmico reversible.

Como la expansión es isotérmica:

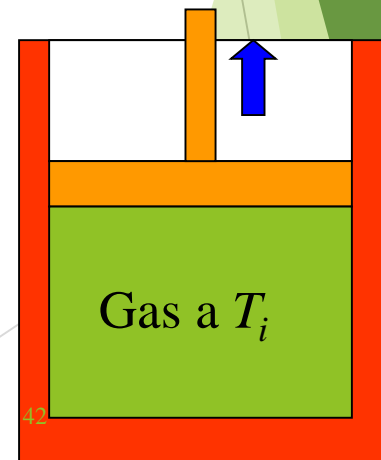
$$W = nRT \ln \frac{V_f}{V_i} = Q_r$$

Entonces:

$$\Delta S = nR \ln \frac{V_f}{V_i}$$



Proceso reversible
El gas se expande
en un proceso
cuasiestático



XXIV. TRANSFERENCIA IRREVERSIBLE DE CALOR

Una sustancia de masa m_1 , calor específico c_1 y temperatura inicial T_1 , se pone en contacto térmico con una segunda sustancia de masa m_2 , calor específico c_2 y temperatura inicial T_2 , donde $T_2 > T_1$. La temperatura final T_f es:

$$T_f = \frac{m_1 c_1 T_1 + m_2 c_2 T_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2}$$

El calor lo calculamos con: $dQ = mcdT$

El cambio en la entropía es:

$$\Delta S = \int_{T_1}^{T_f} m_1 c_1 \frac{dT}{T} + \int_{T_2}^{T_f} m_2 c_2 \frac{dT}{T} = m_1 c_1 \ln \frac{T_f}{T_1} + m_2 c_2 \ln \frac{T_f}{T_2}$$

XXV. BIBLIOGRAFÍA.

Se presenta la bibliografía de consulta con respecto a los temas expuestos y algunas ilustraciones o figuras.

- Classical and Statistical Thermodynamics, A. H. Carter, Prentice Hall, New Jersey 2001
- Heat and Thermodynamics, Mark W. Zemansky, McGraw-Hill, Inc. 1992.
- Introducción a la Termodinámica Clásica, L. García-Colín Scherer, Trillas, 1990.
- Problemario de Termodinámica Clásica, L. García-Colín Scherer y L. Ponce Ramírez, Trillas, 1991.
- Termodinámica, R. Annequin y J. Boutigny, Editorial Reverté, S. A. 1978.
- Termodinámica del Equilibrio, C. J. Adkins, Editorial Reverté, S. A., 1977
- Termodinámica, Eduardo Piña Garza, Editorial LIMUSA, 1978
- Física, Volumen I: Mecánica, radiación y calor, Feynman, Addison Wesley, 1987.
- Introducción a la Termodinámica de Sistemas Abiertos, L. García-Colín Scherer, Ed. El Colegio Nacional, 1981.
- Modern Thermodynamics, From Heat Engines, D. Kondepudi e I. Prigogine, John Wiley & Sons, 1998.