

PRIMEIRA LEI DA
TERMODINÂMICA

Com base no que vimos sobre energia interna e trabalho, podemos, pensando na conservação de energia, pensar no seguinte esquema:

Q. 1 – FORMAS DE ENERGIAS E SUAS TROCAS EM UM GÁS

Energia cinética: A energia cinética está associada ao movimento das moléculas de gás. Em um gás, as moléculas estão constantemente em movimento aleatório e possuem energia cinética devido a essa movimentação. A temperatura do gás está relacionada à energia cinética média das moléculas.

Energia potencial: A energia potencial em um gás está relacionada às interações entre as moléculas. No caso de gás ideal ela é desprezada/desprezível.

Energia interna (U): A energia interna de um gás é a soma das energias cinética e potencial de todas as moléculas do gás. Ela é uma medida da energia total contida no sistema de partículas.

Trocas de energia: Em um gás, as trocas de energia ocorrem principalmente por meio de processos de transferência de calor (Q) e trabalho τ .

Basicamente aí se encontra a primeira lei da termodinâmica:

Q. 2 – PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA

Eq. (01)

Vamos agora aplicar estes conceitos nas diversas transformações que vimos.

Q. 3 – TRANSFORMAÇÃO ISOTÉRMICA

Q. 4 – TRANSFORMAÇÃO ISOCÓRICA

Q. 5 – TRANSFORMAÇÃO ISOBÁRICA

Q. 6 – RELAÇÃO ENTRE O c_p E O c_v

Q. 7 – TRANSFORMAÇÃO ADIABÁTICA**Q. 9 – MÁQUINAS TÉRMICAS**

Uma máquina térmica é um dispositivo que converte energia térmica em trabalho mecânico. Ela opera com base no princípio da termodinâmica, aproveitando a diferença de temperatura entre duas fontes para realizar um ciclo termodinâmico.

O exemplo mais comum de máquina térmica é o motor a vapor, onde a energia térmica do vapor de água é convertida em trabalho mecânico para movimentar um pistão. Outros exemplos incluem motores de combustão interna, como o motor a explosão utilizado em veículos, e turbinas a gás.

O desempenho de uma máquina térmica é geralmente avaliado através de sua eficiência, que é a razão entre a energia útil gerada e a energia térmica fornecida. No entanto, a eficiência de uma máquina térmica está limitada pelas leis da termodinâmica, como a lei da conservação da energia e a segunda lei da termodinâmica.

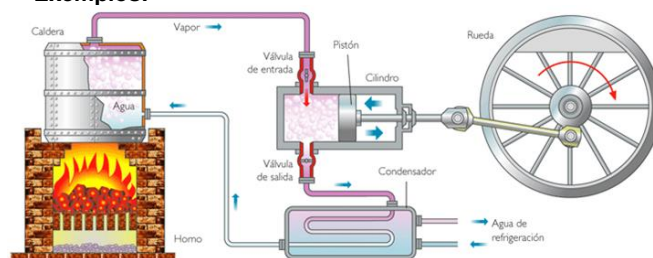
MÁQUINAS TÉRMICAS**Exemplos:**

Figura 1: Máquina a vapor

A máquina a vapor, amplamente utilizada durante a primeira revolução industrial, é um exemplo de máquina térmica: a fornalha aquece a água da caldeira pela queima de carvão; a água na caldeira entra em ebulição; o vapor de água entra, por uma válvula quando esta está aberta, em um cilindro e empurra um pistão, acionando algum mecanismo, como a roda de um trem; posteriormente a válvula de entrada (válvula de admissão) é fechada e a válvula de saída se abre, enquanto o pistão volta para eliminar o vapor; o vapor deve então ser resfriado para poder retornar à caldeira.

Note que ao empurrar o pistão o gás realiza trabalho, assim sua energia é reduzida. É justamente através do trabalho que a energia térmica é convertida em energia mecânica.

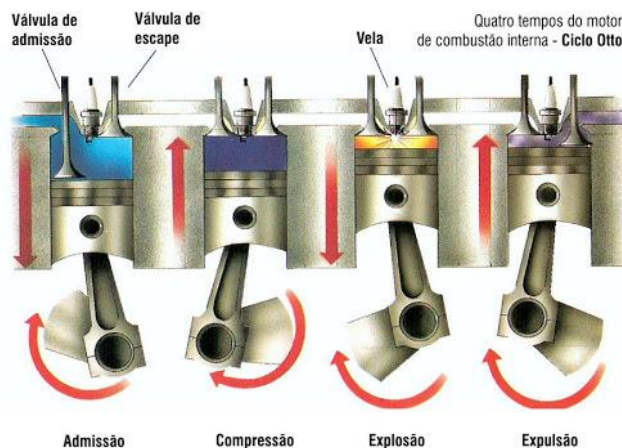


Figura 2: Motor de combustão interna.

Como o nome indica, um motor de combustão interna, diferente da máquina a vapor, realiza a queima dentro do cilindro. A expansão do gás devido à queima empurra o cilindro, fazendo-o realizar trabalho e, com isso, empurra o carro, aciona o gerador do veículo (normalmente chamado de alternador, responsável por carregar a bateria e alimentar a parte elétrica),

PROFESSOR DANILO

PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA E MÁQUINAS TÉRMICAS – SEGUNDO ANO – 06/05/2024

bomba de óleo para lubrificação e outros componentes, a depender de cada veículo.

Normalmente, os veículos possuem 4 cilindros dispostos em linha. Alguns veículos, com o UP, Onix, Argo, Kwid, possuem três cilindros dispostos em linha. Existem também alguns veículos com os cilindros dispostos em V ("vê"), chamados de V seguido de um número que corresponde ao número de cilindros. Por exemplo, o Azeera V6 com 6 cilindros, ou o Mustang V8, com 8 cilindro. Existem motores usados em locomotivas ou navios com muitos cilindros, tendo motores V12, V16, V24 entre muitos outros. Se você quiser ver alguns outros tipos de motores, com inúmeras animações, o professor recomenda a wikipedia: https://pt.wikipedia.org/wiki/Motor_V6. Neste link você pode seguir para inúmeros outros tipos de motores.

Outro conceito importante é a cilindrada: os veículos são caracterizados sempre por um número, onde é comum dizermos que tal veículo é 1.0, ou 2.0, 1.4 e outros. Isso corresponde à soma dos volumes de todos os cilindros onde ocorre a queima do combustível, em litros. Por exemplo, um veículo 1.6 tem como soma de todos os volumes dos cilindros igual à 1,6 litro.

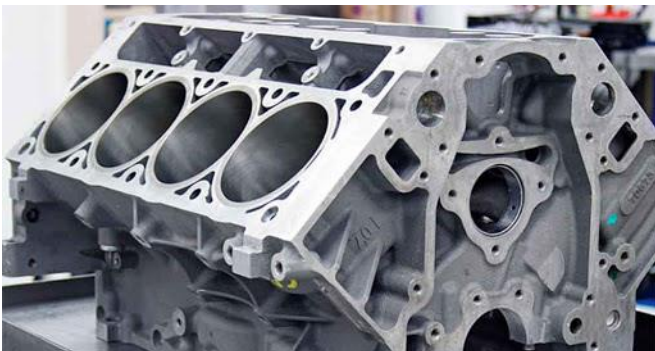


Figura 3: Fotografia que mostra o bloco de um motor V8

Os motores de combustão interna usados em veículos automotores são chamados de motores 4 tempo, como podemos ver na Figura 2: o cilindro descendo e recebendo combustível corresponde ao primeiro tempo (**admissão**); a mistura de combustível com oxigênio é comprimida, correspondendo ao segundo tempo (**compressão**); quando o ar está comprimido, ocorre uma faísca elétrica quando o veículo é movido à álcool

ou gasolina, e corresponde ao terceiro tempo (**explosão**); posteriormente, o resultado da reação de combustão ocorre a expulsão do combustível, chegando finalmente ao quarto tempo (**exaustão** ou **expulsão**).

Há muitas coisas interessantes a respeito de motores, como, por exemplo, que motores a diesel não possuem vela, pois a mistura é aquecida na compressão, produzindo a queima. Além disso, como o álcool queima mais lentamente, a faísca em um motor a álcool deve ocorrer ligeiramente antes do que ocorreria num motor a gasolina. Carros flex devem ter sensores que detectam o combustível.

Muitos países, incluindo o Brasil, usam usinas termoeletricas como fontes geradoras de energia elétrica. A parte envolvendo transformação de calor em energia mecânica, para mover os geradores, funcionam de forma muito similar às máquinas a vapor, como representado na figura Figura 4.

Como podemos ver na Figura 5, o princípio de funcionamento de uma usina termonuclear é também similar ao de uma máquina a vapor: reações nucleares aquecem a água em um circuito primário; esta água do circuito primário se transforma em vapor e aquece a água de uma caldeira em um circuito secundário; a água do circuito secundário, por sua vez, vira vapor e move uma turbina, que gera energia elétrica.

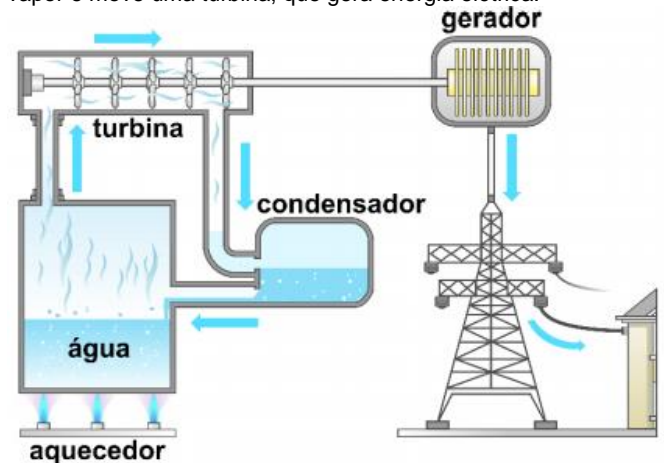


Figura 4: Usinas termoeletricas

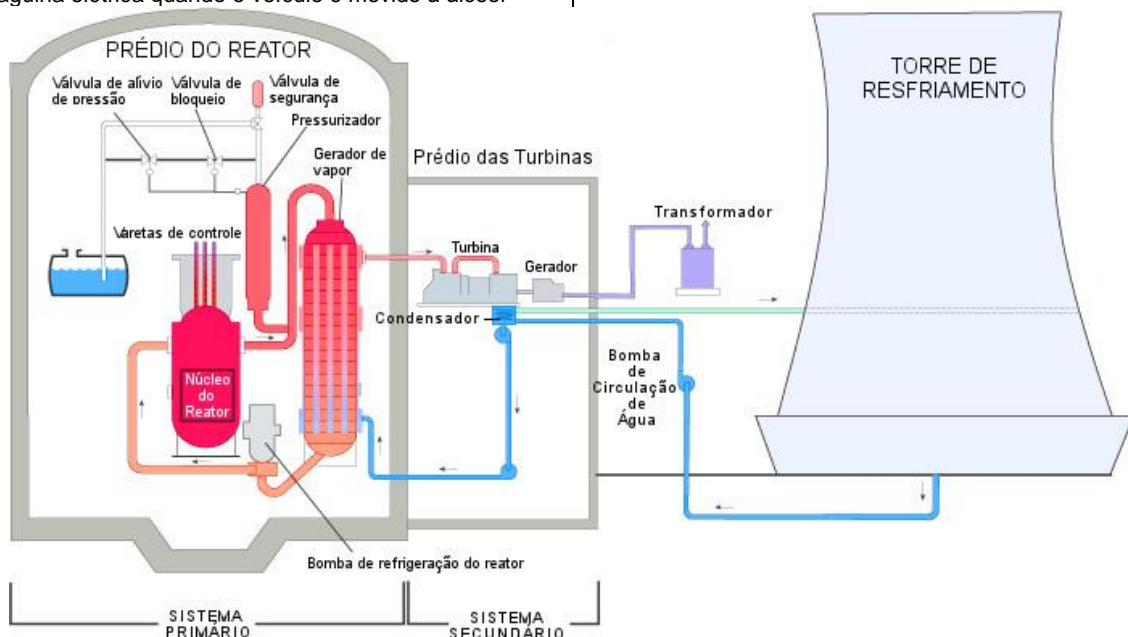


Figura 5: Usina termonuclear

Em **todos** os motores térmicos, precisamos de um sistema para resfriar o vapor de água ou controlar a temperatura do motor. Nos veículos, são os radiadores; nas usinas termoeletricas ou termonucleares, usam águas correntes de rios,

água de lagos ou torres de refrigeração. Portanto, aquela "fumaça" que você vê saindo daquelas "chaminés" em usinas nucleares é, na verdade, vapor de água.

PROFESSOR DANILO

PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA E MÁQUINAS TÉRMICAS – SEGUNDO ANO – 06/05/2024

Representação geral:

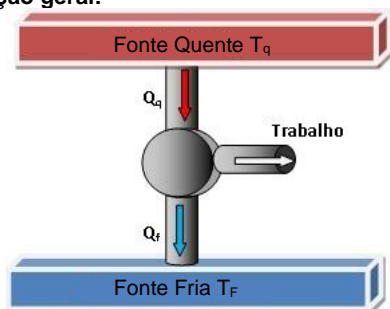


Figura 6: Representação de uma máquina térmica com uma fonte quente (quem fornece calor) e uma fonte fria (usada para refrigerar o motor). É uma representação um tanto quanto abstrata e genérica de máquinas térmicas

Q. 10 – COMPONENTES BÁSICOS DE UMA MÁQUINA TÉRMICA

Fonte quente: É a fonte de alta temperatura com a qual a máquina térmica interage para receber energia térmica.

Fonte fria: É a fonte de baixa temperatura para a qual a máquina térmica rejeita o calor residual.

Fluidos de trabalho: São utilizados para transferir e converter energia térmica. Podem ser gases, líquidos ou até mesmo vapor de água.

Ciclo termodinâmico: A máquina térmica opera ciclos.

Q. 11 – RENDIMENTO**Q. 12 – CICLO DE CARNOT****Q. 13 – RENDIMENTO MÁXIMO POSSÍVEL****Q. 14 – REFRIGERADORES****Q. 15 – BOMBA DE CALOR**

PROFESSOR DANILO

PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA E MÁQUINAS TÉRMICAS – SEGUNDO ANO – 06/05/2024

Q. 18 – COEFICIENTE DE RENDIMENTO (OU COEFICIENTE DE PERFORMANCE) NA BOMBA DE CALOR

Q. 19 – COEFICIENTE DE DESEMPENHO PARA A BOMBA DE CALOR OPERANDO NO CICLO DE CARNOT

Q. 20 – UNIDADE DE MEDIDA Btu

SEGUNDA LEI DA
TERMODINÂMICA

ENUNCIADO DE CLAUSIUS
(Rudolf Emanuel Clausius - 1850)

O calor flui espontaneamente de um corpo quente para um corpo frio. O inverso só ocorre com a realização de trabalho.

ENUNCIADO DE KELVIN E PLANK
(Lord Kelvin e Max Plank - 1851)

É impossível, para uma máquina térmica que opera em ciclos, converter integralmente calor em trabalho.

Q. 16 – COEFICIENTE DE RENDIMENTO (OU COEFICIENTE DE PERFORMANCE) NO REFRIGERADOR

Q. 17 – COEFICIENTE DE DESEMPENHO PARA O REFRIGERADOR OPERANDO NO CICLO DE CARNOT

PROFESSOR DANILO

PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA E MÁQUINAS TÉRMICAS – SEGUNDO ANO – 06/05/2024

ENTROPIA**Q. 21 – ORDEM E DESORDEM**

A entropia total de um sistema isolado nunca diminui: ou ela fica constante ou aumenta.

Q. 24 – VIAGEM NO TEMPO

Se a viagem no tempo fosse possível, algumas questões intrigantes surgiriam em relação à entropia. Por exemplo, se alguém pudesse voltar no tempo e interferir em eventos passados, isso poderia levar a paradoxos ou contradições lógicas. Essas ações poderiam, teoricamente, interferir no aumento da entropia que ocorreria naturalmente ao longo do tempo.

Q. 25 – MORTE TÉRMICA

A morte térmica do universo está relacionada à entropia e às leis da termodinâmica. Segundo essa ideia, o universo está caminhando em direção a um estado de equilíbrio termodinâmico máximo, onde a entropia será máxima e não haverá mais energia disponível para ser utilizada.

De acordo com a segunda lei da termodinâmica, a entropia de um sistema isolado tende a aumentar ou, no máximo, permanecer constante em processos reversíveis. Isso significa que, ao longo do tempo, a energia dentro do universo tende a se dispersar e se distribuir de forma cada vez mais uniforme.

A morte térmica do universo é um possível destino para o universo, em que todas as fontes de energia serão esgotadas e a entropia será máxima. Nesse estado, não haverá mais gradientes de temperatura ou energia disponíveis para realizar trabalho. Todas as estrelas se extinguirão, os processos nucleares cessarão e o universo se tornará um lugar frio, estático e homogêneo.

Esse estado de alta entropia e equilíbrio térmico é conhecido como "morte térmica" porque não haverá mais possibilidade de realizar trabalho ou de ocorrerem interações significativas entre partículas ou sistemas. A entropia máxima implica em uma distribuição uniforme da energia e uma ausência de gradientes ou diferenças significativas.

Assim, a morte térmica do universo está intimamente ligada ao aumento da entropia e à tendência do universo em caminhar em direção a um estado de maior desordem e equilíbrio termodinâmico. É um conceito fundamental na cosmologia e nas teorias sobre o destino último do universo.

Q. 22 – IRREVERSIBILIDADE**Q. 23 – ENTROPIA**

Entropia é uma grandeza física que está associada à medida de desordem, aleatoriedade ou incerteza em um sistema. Ela é uma propriedade fundamental da termodinâmica e está relacionada à distribuição de energia dentro de um sistema.

A entropia também está relacionada à dispersão da energia em um sistema. Em um sistema altamente ordenado, com poucas configurações possíveis, a entropia é baixa. Já em um sistema desordenado, com muitas configurações possíveis, a entropia é alta.

De acordo com a segunda lei da termodinâmica, a entropia de um sistema isolado tende a aumentar ao longo do tempo, ou no máximo permanecer constante em processos reversíveis. Isso implica que, em processos naturais, a tendência é que a energia se disperse e a desordem aumente.