Índice

[Introdução 3](#_Toc339598598)

[Síntese dos Seminários Apresentados na Física Molecular e Termodinâmica 4](#_Toc339598599)

[CAPÍTULO I 4](#_Toc339598600)

[Conceitos Termodinâmicos 4](#_Toc339598602)

[Trabalho 4](#_Toc339598603)

[Noção de Trabalho 4](#_Toc339598604)

[Trabalho nos Isoprocessos 4](#_Toc339598605)

[Sistemas Termodinâmicos 6](#_Toc339598610)

[Grandezas 7](#_Toc339598611)

[Grandezas Intensivas 7](#_Toc339598612)

[Grandezas Extensivas 7](#_Toc339598613)

[Noção de Temperatura 8](#_Toc339598615)

[Experiência de Stern 13](#_Toc339598630)

[Experiência de Stern 14](#_Toc339598634)

[Medição da Velocidade 15](#_Toc339598635)

[As Distribuições de Maxwrll & Boltzmann 18](#_Toc339598639)

[Distribuição de Boltzmann 18](#_Toc339598640)

[Fenómenos de Transferência nos Gases 24](#_Toc339598649)

[Máquinas Térmicas 30](#_Toc339598655)

[CAPÍTULO II 37](#_Toc339598664)

[Questões 37](#_Toc339598665)

[Perguntas 37](#_Toc339598666)

[Respostas 38](#_Toc339598667)

[Conclusão 41](#_Toc339598690)

Bibliografia 43

##

## Introdução

O presente trabalho é resultado de vários seminários realizados no curso de física, em particular na cadeira de física molecular e termodinâmica, excepto o nosso (7o grupo).

Esta síntese é constituída por dois capítulos, em que no primeiro capitulo, constata-se o resumo possível dos seis (6) seminários realizados na física molecular e termodinâmica, e no segundo capitulo que é o ‎último, constitui as perguntas lançadas aos grupos, e as possíveis respostas feitas em partículas pelo nosso grupo que é o 7o grupo.

O presente trabalho, além de possuir a própria introdução, é composta por corpus texto (desenvolvimento textual), conclusão e a bibliografia.

## Síntese dos Seminários Apresentados na Física Molecular e Termodinâmica

## CAPÍTULO I

## 1o Grupo

## Conceitos Termodinâmicos

## Trabalho

Na perspectiva do matemático e engenheiro francês Jean Poncelet (1826), ”*executar um trabalho mecânico* *significa vencer ou suprimir resistências* *tais como; a coesão intermuscular, a força das molas e força de gravidade, a inércia da matéria*”.

## Noção de Trabalho

O trabalho não esta relacionado com qualquer movimento mas apenas com movimento ordenado, por tanto, o trabalho é a transmissão ordenado de um elemento participante para outro vencendo-se a resistência que o mesmo oferece.

Na termodinâmica o trabalho é determinado com base na variação do volume e corresponde a variação da energia interna do sistema.

Matematicamente o trabalho infinitesimal de uma força vector **F** que provoca um deslocamento também infinitesimal vector **dS** obtêm-se pelo produto escalar dos dois vectores. É **.**

O gás exerce sobre o êmbolo uma dada pressão deslocando uma distância **dS.** Se considerarmos uma pequena variação **dS** como deslocamento do êmbolo de área A, podemos escreve para o trabalho infinitesimal.

**dw = F· dS = P· A·dS = P·dV** então, o trabalho total do gás será: **W=**

## Trabalho nos Isoprocessos

## Processo Isobárico

Trabalho efectuado numa expansão ou compressão a pressão constante. Um processo que ocorre a pressão constante designa-se **isobárico**. A figura abaixo ilustra este processo em que um gás com um volume inicial que exerce uma pressão **P**,para determinar o trabalho realizado pelo gás quando o volume aumenta para  **s**ob pressão constante.

Quando a pressão **** permanece constante, o trabalho realizado pelo sistema é:

* **W= = P= P( - )** ou **W= p ∆V.**

Este resultado é geral e aplica-se qualquer sistema cujo o volume varia sob pressão constante. Relembrando que, para um gás ideal, **pV = KNT**, podemos escrever:

* **W= KN( - )** ou **W= nR( - ) = nR∆T** que só é valida para gases ideais.

## Processo Isotérmico

Um processo realizado a temperatura constante é chamado de processo **isotérmico** e a curva hiperbólica correspondente no diagrama é chamada de uma isotérmica. Para encontrar o trabalho realizado sobre o gás durante este processo é: usando a equação **pV = KNT**, com **T** constante, obtemos.

**W=**  onde **P** não é contaste => **P=**

**W=dv =KNT = KNTln**

Ou

**W= γRTln**  .

## Processo Isocórico

O trabalho é nulo para qualquer processo no qual o volume permanece constante.

## Processo Adiabático

É um processo desenvolvido em isolamento térmico. O processo adiabático é representado em um diagrama **pv** através de ma curva tipo hipérbole **P**= const. O trabalho realizado para variar o volume é igual a área sob a curva entre uma vez que **γ**, a curva adiabática possui uma inclinação negativa mais pronunciada do que a curva isotérmica **PV** = const.

Uma vez que **γ** é maior que **1**, a curva **P**= constante é um pouco mais inclinada do que a curva PV = constante em qualquer ponto em que elas se intercetam. Isto significa que o W realizado pelo gás ao expandir-se adiabaticamente de será de alguma forma menor em intensidade do que o trabalho realizado ao se expandir isotermicamente entre estes mesmos dois volumes.

Podemos determinar a constante se **γ** for conhecido e também se forem conhecidos a pressão e o volume em qualquer ponto particular sobre a curva.

* **P = .**

**P =** : podemos agora determinar o trabalho adiabático como:

* **W= = dV = = (-** )

Colocando um factor dentro dos parênteses, podemos escrever o trabalho adiabático na forma:

* **W=**

Se o gás se expande, então

* **W = .**

## Sistemas Termodinâmicos

Um sistema termodinâmico é qualquer porção de matéria capaz de sofrer trocas de calor com outros corpos ou com ambiente.

Um sistema termodinâmico é aglomerado de matéria e de radiação, isolado do resto do universo. A termodinâmica estuda o conteúdo energético dos sistemas assim como as trocas de energia entre os sistemas e o exterior. O isolamento entre um sistema termodinâmico e o exterior é conseguido através das paredes que poderão ser ou não isolantes para certo tipo de propriedade.

Assim podemos distinguir três tipos de sistemas termodinâmicos:

* Sistema isolados;
* Sistemas fechados; e
* Sistemas abertos.

Nos sistemas termodinâmicos ***isolados*** não há troca de energia nem de matéria com o exterior.

Nos sistemas termodinâmicos ***fechados*** não há troca de matéria com o exterior mas pode haver troca de energia. Nos sistemas termodinâmicos ***abertos*** são possíveis trocas de energia e da matéria com o exterior.

Num sistema termodinâmico, podem-se distinguir vários tipos de isolamentos:

* Paredes adiabáticas: restritivas para fluxos de matéria e de energia;
* Paredes diatérmicas: restritivas para fluxos de matéria mas não restritiva para o fluxo de energia;
* Paredes rígidas: restritivas para variações de volume e de forma;
* Paredes impermeáveis: restritivas para fluxo de matéria;
* Paredes semi-permeáveis: restritivas para os fluxos de umas espécies químicas mas não restritivas para o fluxo de outras espécies químicas;
* Paredes permeáveis: não restritivas para fluxo de matéria e de energia.

Os sistemas termodinâmicos podem ser classificados em macroscópicos e microscópicos.

* São microscópicos aqueles cujos dimensões são muito grande em relação aos de um átomo ou de uma simples molécula. Por sua vês, denominam-se sistemas microscópicos aqueles cujos elementos apresentam dimensões comparáveis a de um átomo ou de uma molécula.

## Grandezas

## Grandezas Intensivas

Em Física e química, propriedades intensivas são as propriedades de um sistema que não dependem do seu tamanho, ou da quantidade do material que ele contém. Com tudo, algumas das propriedades intensivas tem natureza estatística e só fazem sentido na escala de agregado. Não podem ser divididas, contraste com propriedades extensivas, ou seja, são todas aquelas que ao dividir o sistema em subsistemas, as suas propriedades não alteram.

**Ex**: Pressão, Temperatura, Densidade.

## Grandezas Extensivas

Em Física e química, propriedades extensivas são as propriedades que dependem do seu tamanho, ou da quantidade do material que eles contem. Podem ser divididas.

**Ex**: Massa, Volume, Número de Moléculas.

## 2o Grupo

## Noção de Temperatura

## Temperatura

Segundo SILVA (19640) “*temperatura é uma grandeza física que mede o grão de agitação das partículas (átomo ou molécula), que constitui um corpo o que traduz o estado de aquecimento ou de arrefecimento de um corpo*”.

A temperatura foi medida pela primeira vez no inicio do século XVII. Por BLACK (1728-1799), que introduziu a noção de calor distinta da temperatura. Desde os tempos remotos o calor confundia-se com a temperatura e que era uma substancia que se conserva.

Segundo AIDO (1988), “*A partir do século XVII, definiu-se* ***calor*** *como uma forma de transmissão de energia que passa de um corpo para outro unicamente, devido a diferença de temperatura entre esses corpos, ocorrendo de corpo mas quente para o corpo de baixa temperatura*”.

Neste sentido, temperatura é uma consequência do calor, isto é, se um corpo recebe calor aumenta a sua temperatura, e se emite calor diminui a sua temperatura.

## Medição de Temperatura

Para medir a temperatura ou o grau de agitação das partículas, usa-se um instrumento especializado, chamado *termómetro***.**

## Termómetro

Segundo NHANOMBE (2009) “*termómetro é um instrumento específico que se destina a medição das temperaturas dos corpos*”.

De acordo com a sua constituição e princípio de funcionamento, os termómetros podem ser: Termómetro de mercúrio; termómetro digital e termómetro infravermelho.

## Termómetro de Mercúrio ou de Álcool

Em geral, um termómetro consiste num tubo capilar fino como “cabelo” de vidro fechado (sem ar) e um bolbo (espécie de bolha arredondada), numa das extremidades contendo mercúrio ou álcool (substancias termométricas).

## Funcionamento do Termómetro de Mercúrio

Para atribuir um valor a cada temperatura, é necessário graduar o termómetro, isto é, precisamos de estabelecer uma escala termometria, dividida a partir de dois pontos fixos: o ponto de fusão de gelo e o ponto de ebulição da água.

Para determinar O **ponto de fusão de gelo** – introduz-se o termómetro num recipiente contendo gelo fundente e aguarda-se que seja atingido o equilíbrio térmico. Este ponto será indicado com o valor 0ºC, 32F ou 273K de acordo a escala usada seja centígrado, fahrenheit ou Kelvin.

Para determinar o ponto de ebulição da água – introduz-se o termómetro num recipiente contendo vapor de água em ebulição e aguarda-se que seja atingido o equilíbrio térmico. O mercúrio sobe no tubo e fixa-se num ponto que se indica como valor 100ºC, 212F ou 373K segundo a escala usada.

O intervalo correspondente ou seja compreendido entre 0ºC a 100ºC é dividida em 100 partes iguais, em que cada parte corresponde 1ºC. Assim teremos graduado um termómetro mais conhecido (termómetro célsius). Todas as temperaturas abaixo de 0ºC são chamadas temperaturas negativas.

No intervalo compreendido entre 32F a 212F é dividido em 180 partes, cada corresponde 1F. E no intervalo compreendido entre 273K a 373K, será dividido em 100 partes iguais em que cada uma corresponde a 1K.

## Termómetro Metálico

Este tipo de termómetro usa os metais como substâncias termométricas, cuja medição de temperatura se baseia nos fenómenos de dilatação ou de termo electricidade. Os de primeiro tipo podem ser constituídos de formas semelhante aos termómetros a líquido. Uma barra rectilínea ou não, ao dilatar-se move um ponteiro registador. Os mais usados e precisos termómetros desse tipo exploram a diferença de dilatação entre metais como latão, ferro, cobre, etc.

Para isso, constrói-se lâminas metálicas de ferro espiral que curvam conforme aumentam ou diminui a temperatura. Nesse movimento, a lâmina arrasta em sua extremidade, um ponteiro que percorre uma escala graduada e regista a variação da temperatura.

## Termómetro Digital

É um instrumento amplamente utilizado nas empresas, destinados a medir temperaturas em processos e em produtos diversos, que não necessitam de uma medição constante apenas esporádica.

Este tipo de termómetro é utilizado na medição de temperaturas em fundição, em alimentos, em restaurantes ou indústrias alimentares, em processos químicos, em estruturas, em fornos e em diversos produtos.

Em geral podemos ter aplicação industrial ou não, para monitorição constante e precisa das temperaturas de determinados equipamentos que seja sensível a alteração do seu funcionamento, em função da sua temperatura e / ou ambientes que necessitam e cuidado com a temperatura como, por exemplo na conservação de alimentos a baixa temperatura em super mercados, como também em laboratórios biológicos, para o cultivo de bactérias ou outras espécies.

## Termómetro Infravermelho ou Pirómetro Óptico

Este é um dispositivo que mede temperatura sem contacto com o corpo ou meio do qual se pretende conhecer a temperatura. Geralmente este termómetro é aplicado a instrumentos que medem temperaturas superiores a 600ºC. Uma utilização típica é a medição da temperatura de metais incandescentes em fundição.

Já vimos que termómetro é um instrumento que tem como funcionamento a medição da temperatura dos corpos. Ao longo do desenvolvimento do estudo dos fenómenos várias escalas termométricas foram usadas e propostas por vários cientistas.

## Escala Termométrica

Escala termométrica é uma sequência ordenada de marcas (traços, pontos, etc.) mediante a qual se estabelece, num instrumento de medida de temperatura (termómetro), a correspondência entre a sua resposta é a grandeza que ele mede.

No entanto foram propostas as seguintes escalas termométricas: *escala célsius, Kelvin e fahrenheit*.

## Escala Célsius

Escala célsius é uma escala de medida de temperatura com dois pontos fixos; o 0 na temperatura de fusão do gelo e o 100, na temperatura de ebulição a água sob pressão de uma atmosfera. A sua unidade de medida é o grau célsius (ºC).

Inventou um termómetro, mais usado entre nos, constituído por um tubo capilar de secção uniforme que possui um reservatório de parede muito fino de vidro, em que a extremidade inferior esta cheio de mercúrio. O tubo de vidro possui uma escala graduada a escala célsius e, encontra-se dividido em 100 partes iguais, sendo cada uma correspondente a 1ºC, dependendo de dos pontos fixos: ponto de fusão de gelo (a escala mínima) correspondente a 0ºC e o ponto de ebulição da água (a escala máxima) correspondente a 100ºC. Segundo MOREIRA s/d (1742).

## Escala Fahrenheit

Escala fahrenheit é uma escala de medida de temperatura, em que 32ºF corresponde a temperatura de fusão de gelo e 212ºF é a temperatura de ebulição da água. A sua unidade é o grau fahrenheit (ºF). Este tipo de escala é usado muito mais nos países ingleses.

Foi o cientista DANIEL GABRIEL FAHRENHEIT, que inventou o primeiro termómetro de mercúrio a esta escala em 1714.

## Escala Kelvin

É uma escala de medida de temperatura baseada nos dois princípios da termodinâmica, com um ponto fixo: o ponto triplo da água, que é fixado em 273,15K. Com esta escala, o grau coincide com o tamanho do grau na escala célsius.

Foi o físico inglês KELVIN, Lord (1824-1907) que estabeleceu esta escala termométrica cujos intervalos de temperatura corresponde a duas divisões internos sucessíveis do grau célsius, mas cujo zero é a temperatura de ***zero absoluto*** ou seja, ausência total de energia térmica. É por esta razão que esta escala é também chamada escala absoluta.

## Relação entre as Escalas Termométricas

A conversão entre as escalas é muito importante, visto que, o Kelvin (K) é a unidade de temperatura no sistema internacional (SI) e o grau fahrenheit (ºF) é amplamente usado em alguns países de língua inglesa. A relação entre estas escalas pode ser obtidas facilmente através de proposições matemáticas. Considerando as três escalas célsius, fahrenheit e Kelvin em equilíbrio térmicos. E são consideradas as escalas; tºC, t ºF e T, as temperaturas dos corpos nas escalas célsius, fahrenheit e Kelvin respectivamente estabelecendo a seguinte relação:

**Relação entre a Escala Célsius e Kelvin**

T= TºC + 273,15 que é usada a aproximação: T= TºC + 273.

Onde: T é a temperatura em Kelvin e TºC é a temperatura em célsius.

Quer a escala célsius ou Kelvin todas são centígradas, pois o intervalo entre os pontos de fusão de gelo e de ebulição da água é dividida em 100 partes. Nesta fahrenheit, esta dividida em 180 partes.

**A Relação entre a Escala Célsius e Fahrenheit é dada pela Expressão**

 **= ,** Ou simplesmente**: = ,** onde TºC é a temperatura em célsius e TF é a temperatura em fahrenheit.

## 3o Grupo

## Experiência de Stern

Para a experiência de Stern, consideremos priméiro alguns conceitos que servem de base a este tema, como o caso de Movimento Caótico das Moléculas, Difusão e Movimento Browniano.

## Movimento Caótico

O movimento caótico das moléculas atribui-se muitas vezes a designação de movimento térmico ou calorífico devido ao seu relacionamento estreita com o conceito de temperatura: quando mais elevada for à temperatura de um corpo, mais intensivo é o movimento térmico das suas moléculas, maior é a quantidade de energia cinética que cada molécula possui em média.

Como a energia cinética de um corpo é proporcional ao quadrado da velocidade de deslocação desse corpo, isto implica uma elevação da temperatura implica uma elevação da temperatura do corpo e para uma diminuição da velocidade implica o arrefecimento do corpo. Portanto, o movimento caótico das moléculas que compõem um corpo é proporcional a temperatura desse corpo.

## Difusão

Um dos fenómenos mais vulgar da Natureza que cuja motivação reside do movimento caótico das moléculas é a difusão (do latim “Diffusio”; que significa alargar, estender) das substâncias. Exemplo típico da difusão é a quase instantânea propagação no ar, do cheiro das flores ou do Roma da comida que se prepara.

Em consequência da evaporação concentra - se um grande número de moléculas de substâncias aromáticas em torno do ramo de flores; garça ao movimento caótico das moléculas as substância aromáticas mistura-se com as moléculas do ar o que conduz a rápida propagação do cheiro pelo ambiente. A difusão leva, assim, as moléculas das substâncias aromáticas a distribuírem-se uniformemente por todo volume disponível.

Deste modo, o processo de distribuição uniforme, por todo volume disponível, da concentração das moléculas de uma dada substância designa-se por *Difusão*; a base do mecanismo da difusão é o movimento caótico das moléculas. Uma vez que a velocidade média do movimento caótico aumenta quando a temperatura aumenta, então a difusão deverá ser mais rápida quanto mais elevada for à temperatura.

## Movimento Browniano

Diz-se Movimento Browniano, o movimento de carácter caótico e continuo observado com ajuda do microscópio, de partículas microscópicas (partículas invisíveis ao olho nu) em suspensão num gás ou num líquido. O movimento Browniano deve-se as flutuações da pressão (alterações substanciais dos valores médios das grandezas físicas que caracterizam um sistema constituído por um numeram de partículas relativamente pequenas) que as moléculas do gás ou do líquido exerce sobre as partículas em suspensão.

Em consequência das flutuações da pressão as partículas Brownianas sofrem de todas as partes uma acção das forças desequilibradas que originam o movimento complexo e visível dessas partículas. O movimento Browniano também depende da temperatura. Segundo as observações feitas pelo cientista Inglês R. Brown, em 1827 mostra que quanto maior for a temperatura, o movimento browniano também aumenta de intensidade. Quando a temperatura diminui, também o movimento Browniano diminui de intensidade.

O movimento Browniano é uma prova evidente da existência dos movimentos moleculares caóticos em gases e líquidos; é um dos fenómenos Naturais mais importantes para a comprovação da teoria cinético – molecular, daí a sua importância para o desenvolvimento deste tema.

## Experiência de Stern

Segundo o dicionário de língua portuguesa, “*experiência refere-se ao acto ou efeito de tentativa, ensaio ou soma de conhecimento*”.

O estudo do fenómeno de difusão e da temperatura permitiu reunir alguma informação sobre o movimento caótico das moléculas de um gás. Entretanto, a experiência de Stern, realizada pela primeira vez em 1920, uma das experiências de execução mais simples e evidentes com ajuda da qual se pode medir essa velocidade.

## Medição da Velocidade

A determinação da velocidade propriamente dita, baseia - se no seguinte raciocínio: pondo a girar o dispositivo em torno do eixo O a um a velocidade angular constante teremos ao fim de intervalo de tempo durante o qual a molécula percorre a distância da fenda a superfície interna do cilindro B, a distância da fenda a superfície interna do cilindro B, um desvio de trajectória da molécula e, consequentemente, um deslocamento do dispositivo da zona M para a zona N. deste modo, o intervalo de tempo que a molécula leva a atingir a superfície B, ao longo do raio devera ser igual ao intervalo do tempo em que dado ponto localizado em M sofre um deslocamento igual a:

Uma vez o movimento da molécula é uniforme, e teremos:

*

Onde é a velocidade que queremos determinar; O raio do cilindro A. Por outro lado, a velocidade linear da superficie B é igual . Temos assim uma segunda expressão para o intervalo do tempo :

* **;**

Deste modo, igualando as duas expressões acima teremos:

Uma vez que os valores de são constantes e conhecidos à partida, podemos calcular a velocidade da molécula assim que medirmos o comprimento Na experiência executada por Stern, a velocidade das moléculas apresentou-se próxima dos 500m/s. Uma vez que dispositivo acumulado na zona **N** apresenta uma certa dispersão, podemos concluir que as moléculas de prata se foram precipitando na superfície B com velocidades diferentes. Os valores médios das velocidades das moléculas podem ser calculados através da seguinte fórmula:

*

 *Velocidade média das moléculas - experiência de Stern*

## Fórmula Barométrica da Pressão

Naperspectiva do ALONSO (1999), “*Barómetro**é um dispositivo que serve para medir a pressão da atmosfera*”.

A fórmula barométrica (com base na definição acima) descreve a repartição vertical das moléculas de um gás ideal na atmosfera terrestre, e como tal a variação da pressão (e da densidade) em função de altitude.

Face a dinâmica do clima nas camadas inferiores da atmosfera, o máximo que se consegue é uma aproximação matemática à variação da pressão vertical.

## Dedução da Equação

 **P2 = P0**

 **h2 h**

 ***P1 = P***

 Pressão

 **h1**

***Fig.*** *Barómetro, que pode ser utilizado para medir a pressão de um gás.*

Fonte: ALONSO, N, FINN, E.J. *Física*. Addison Wesley. Espanha, 1999.

Nas condições da figura acima, por cada aumento de altura igual à dh há um aumento de pressão do gás igual à dP.

Onde: é a variação de pressão;é a Pressão no ponto de altitude h+dh; é a Pressão à altitude de nível do gás.

O que equivale à fórmula:

* **;** onde:

– **A** é a área na qual se exerce a força, g a aceleração de gravidade no local.

Integrando ambos os membros teremos:

 ()

 *Equação barométrica da pressão*.

Onde é a pressão na altitude; e pondo em consideração que a massa volúmica de um gás ideal ou perfeito de massa dá-se por: **.**

## 4o Grupo

## As Distribuições de Maxwrll & Boltzmann

A distribuição de **Maxwell-Boltzmann** é uma [distribuição de probabilidade](http://pt.wikipedia.org/wiki/Distribui%C3%A7%C3%A3o_de_probabilidade) com aplicações em [física](http://pt.wikipedia.org/wiki/F%C3%ADsica) e [química](http://pt.wikipedia.org/wiki/Qu%C3%ADmica).

A aplicação mais comum dá-se no campo da mecânica estatístico. A [temperatura](http://pt.wikipedia.org/wiki/Temperatura) de qualquer [sistema físico](http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_f%C3%ADsico) é o resultado do [movimento](http://pt.wikipedia.org/wiki/Movimento) das [moléculas](http://pt.wikipedia.org/wiki/Mol%C3%A9cula) e [átomos](http://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81tomo) que compõem o sistema.

 Estas partículas possuem um intervalo de diferentes velocidades, e a velocidade de uma determinada partícula vária constantemente devido a colisões com outras partículas.

No entanto, a fracção de um número grande de partículas, dentro de um determinado intervalo de velocidades, é quase constante. A distribuição Maxwell relativa às velocidades especifica esta fracção, para cada intervalo de velocidades, como função da temperatura do sistema. Esta distribuição leva o nome de [**James Clerk Maxwell**](http://pt.wikipedia.org/wiki/James_Clerk_Maxwell) e de[**Ludwig Boltzmann**](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ludwig_Boltzmann).

A distribuição pode ser vista como a magnitude de um vector tridimensional, se os seus componentes estiverem distribuídos como uma [distribuição normal](http://pt.wikipedia.org/wiki/Distribui%C3%A7%C3%A3o_normal) com [desvio padrão](http://pt.wikipedia.org/wiki/Desvio_padr%C3%A3o) **.** Se  estiverem distribuídos como , então:

* .

Está distribuindo como uma distribuição de **Maxwell–Boltzmann** com parâmetro .

## Distribuição de Boltzmann

Em física a Distribuição de Boltzmann permite calcular a função distribuição para um número fraccionário de partículas Ni / N ocupando um conjunto de estados i cada um dos quais tem energia Ei:

***Onde*:**

**K** é a constante de Boltzmann,

**T** é a temperatura (admitida como sendo uma quantidade precisamente bem definida),    é a degeneração, ou número de estados tendo energia,

 o número total do de partículas: N=;

***Z* (*T*)** é chamada [função partição](http://pt.wikipedia.org/wiki/Fun%C3%A7%C3%A3o_parti%C3%A7%C3%A3o), a qual pode ser tratada como sendo igual alternativamente, para um sistema único em uma temperatura bem definida, ela dá a probabilidade deste sistema em seu estado específico.

**A distribuição de** **Boltzmann** **aplica-se** somente à partículas em uma suficiente alta temperatura e baixa densidade nas quais efeitos quânticos possam ser ignorados e cujas partículas obedeçam a [estatística de Maxwell-Boltzmann](http://pt.wikipedia.org/wiki/Estat%C3%ADstica_de_Maxwell%E2%80%93Boltzmann).

A distribuição de Boltzmann é frequentemente expressa em termos de **β = 1/*kT*** a onde **β** refere-se ao [beta termodinâmico](http://pt.wikipedia.org/wiki/Beta_termodin%C3%A2mico). O termo  ou e, o qual dá a relativa probabilidade (não normalizada) de um estado, é chamada [factor de Boltzmann](http://pt.wikipedia.org/wiki/Factor_de_Boltzmann) e aparece frequentemente no estudo da física e química.

Quando a energia é simplesmente a energia cinética da partícula então a distribuição correctamente dá a [distribuição de **Maxwell-Boltzmann**](http://pt.wikipedia.org/wiki/Distribui%C3%A7%C3%A3o_de_Maxwell-Boltzmann) das velocidades das moléculas do gás, previamente previstas por [Maxwell](http://pt.wikipedia.org/wiki/James_Clerk_Maxwell) em [**1859**](http://pt.wikipedia.org/wiki/1859). A distribuição de Boltzmann é, entretanto, muito mais geral. Por exemplo, ela prediz a variação da densidade de partículas num campo gravitacional em relação à altitude, se, de fato a distribuição aplica-se sempre que as considerações quânticas possam ser ignoradas.

Em alguns casos, uma aproximação contínua pode ser usada. Se há  ***g* (*E*)  dE**estados com energia***E*** a ***E* + *dE***, quando a distribuição de Boltzmann prediz uma probabilidade de distribuição para a energia:

Quando ***g* (E)** é chamado [densidade de estado](http://pt.wikipedia.org/wiki/Densidade_dos_estados) se o espectro de energia é contínuo. Partículas clássicas com esta distribuição de energia são ditas obedientes à [estatística de Maxwell-Boltzmann](http://pt.wikipedia.org/wiki/Estat%C3%ADstica_de_Maxwell%E2%80%93Boltzmann).

## Trajectória das Moléculas

Todas as moléculas do gás possuem a mesma trajectória livre.Certamente, não é possível seguir-se uma única molécula e realizar essas medidas, todavia nessa secção, calcula-se o resultado dessas medidas.

Considere que as moléculas de um gás sejam a esfera de diâmetro **d,** uma colisão ocorrera quando os centros de duas moléculas se aproximarem de uma distância **d.** Uma descrição equivalente pode ser realizada com qualquer molécula escolhida, observando se que a molécula possuem um diâmetro 2d, todas as demais moléculas deve ser considerado como partículas pontuais.

Pode se assumir inicialmente que a molécula de diâmetro ***2d***, não exerce qualquer forca sobre as moléculas pontuais. Em direcção as quais ela se move. Em um intervalo de tempo **t** em molécula ***“maior”*** percorre um cilindro em secção transversal é· comprimento é onde: v é velocidade da molécula e o volume **= área x** **comprimento** **= () *x (vt).***Considere que o volume do recipiente no qual o gás é confinado seja **V** e que o recipiente contenha **N** moléculas. Assim o número pontual no cilindro é:

* **= N=.**

Uma vez que a molécula em movimento e as moléculas pontuais exercem forcas umas sobre as outras, esse é também o número de colisões associadas a moléculas em movimento num intervalo de tempo **t,** na realidade, um cilindro fragmentado, variando de direcção a cada colisão.

A trajectória livre média  **é** a distância percorrida pela molécula em movimento num intervalo de tempo dividida pelo número de colisões ocorrida naquele intervalo. O  **= .**

Mas também pode se mostrar que é **possível** escrever a lei de um gás ideal na forma. **pV= NKT,** onde **K** é a constante de Boltzmann, **.**

## 1.3. A Distribuição das Velocidades Moleculares

O físico escocês **James Clerk Maxwell (1831-1879), foi quem** primeiro resolveu o problema das velocidades em um gás contendo um grande número de moléculas. A distribuição de velocidades de **Maxwell** como ela e chamada para uma a mostra de gás com a temperatura **T** contendo N moléculas, cada uma de massa ***m***, é:

* **= 4 .** **..**

## Consequência da Distribuição das Velocidades

A partir da equação **= 4 .** **..** Pode se obter ter muitas informações úteis:

## A Velocidade mais Provável ()

Essa quantidade é a velocidade para a qual na equação **= 4 .** **.** a apresenta o seu valor máximo. Esse valor pode ser obtido impondo = 0 e resolvendo para velocidade. Como pode ser verificado o resultado é **==**

Utilizamos aqui as substituições **K= e *m* =.**

## A velocidade Media

Para se obter as velocidades medias das moléculas adicionasse todas as velocidades individuais e divide se pelo numero de moléculas. este calculo pode ser realizado de forma mais simples somando se os produtos da velocidade v em cada intervalo velocidades e o numero dv naquele intervalo. Assim

* **,.**

O próximo passo é substituir a expressão **= 4 .** **.** Desenvolver a integral. O resultado é **== .**

## A Velocidade Média Quadrática

Essa quantidade já foi obtida  **=** para obtê-la a partir da equação de distribuição de velocidades, procedemos conforme descrito anteriormente excepto pelo facto de se obter o valor médio de (em vez do valor médio de v).

Esse calculo conduz, a pois uma outra integração, a:

* **= .. = .**

A velocidade média quadrática é igual a raiz quadrada dessa quantidade, isto é,

 **= = = .**

## 1.6.A Distribuição das Energias Moleculares

Uma característica interessante da distribuiçãode energia de Maxwell-Boltzmann é que ela é precisamente a mesma para qualquer gás a uma dada temperatura, independentemente da massa das moléculas.

Ao contrario da distribuição de velocidades de Maxwell **= 4 .** **.** Em que a massa aparece explicitamente.

Mesmo um a “ **nuvem”** de electrons, que por extensão pode ser tratada como um conjunto de partículas clássicas, possui a mesma distribuição de energia que um gás de átomos pesados.

O efeito do aumento da massa m de um determinado factor é reduzir do mesmo factor, de modo que o produto e, portanto, a energia cinética, permanecem o mesmo.

De forma a ilustrar a aplicação do factor de Boltzmann, considere um recipiente vertical longo, cheio de gás, com sua parte inferior apoiada sobre a superfície da terra.

Admite se que o gás no interior do recipiente esteja em equilíbrio térmico a uma temperatura uniforme T. uma molécula a uma altura y em relação ao fundo do recipiente possui uma energia expressa por , onde é a energia de uma molécula similar posicionada no fundo do recipiente. Utilizando o factor de Boltzmann ,  **,** pode se deduzir que o numero de moléculas presentes a uma altura **y** é, comparado com esse numero em **y = 0,**

 **= ou .**

**Onde: = *N(0),*** com **KT = *p*** da lei do gás ideal , o factor no expoente pode ser escrito como  **= ,** onde é a massa especifica do gás .

Uma vez que, por hipótese, o gás esta a uma temperatura uniforme, deve se atender a condição  **= ,** onde e são valores da massa especifica e da pressão na superfície da terra.

Alem disso, sendo o numero de moléculas em um pequeno elemento de volume a qualquer altura proporcional á massa especifica naquela altura, a qual é proporcional à pressão, podemos escrever a equação**.** Como  **= .**

Define o valor da pressão atmosférica em função da altura acima da superfície da terra.

## 5o Grupo

## Fenómenos de Transferência nos Gases

Os fenómenos de translação nos gases, compreendem uma serie de processos originados pela não uniformidade da densidade, temperatura, velocidade, do deslocamento ordenado de diferentes camadas de substâncias. A nivelação das heterogeneidades, origina dos fenómenos de transferência ou transporte aos quais se atribuem a difusão, atrito interno e a condutibilidade térmica ou calorífica.

Os fenómenos de transferência nos gases e nos líquidos consta no desenvolvimento duma transferência ordenado e orientada na mesma (difusão), impulso (atrito interno) e da energia interna (condutibilidade térmica).

 No decorrer deste processo nos gases ficam alterados o carácter totalmente caótico do movimento das moléculas, e também, a distribuição de Maxwell das moléculas por sua velocidade. A alteração da lei de Maxwell explica o facto de se orientar a atmosfera da característica física da substancia no decorrer dos fenómenos de transferência. No caso de fenómenos de transferência unidimensionais, as grandezas físicas que as determinou dependem apenas duma coordena cartesiana.

## O Fenómeno de Difusão

Consiste na penetração mútua e espontânea e também, na mistura das partículas constituintes de todos gases, líquidos ou sólidos postos ou contactos.

Nos gases quimicamente puros, a uma temperatura de valor permanente, a difusão se da por causa da desigualdade da densidade em diferentes partes do volume do gás. No caso de se tratar da mistura de gases, a difusão se produz à custa da diferença de densidade que os gases constituintes da mistura possuem em diferentes partes do volume da mistura.

Num gás quimicamente homogéneo, o fenómeno de difusão consiste na transferência duma massa de gás de densidade de valor superior pelas partes onde a densidade é de valor inferior, obedecendo a Lei de Fick.

Onde:

 – É o fluxo especifico de massa cujo valor numérico vem sendo igual a massa da substancia, ao passar na unidade de tempo através de uma superfície plana de área igual a unidade, perpendicular ao sentido de transferência de substancia;

 – É a densidade do gás;

**D** – é o coeficiente de difusão.

A densidade é de valor numérico igual ao gradiente de densidade, ou seja, a variação da densidade pela unidade de comprimento. O valor numérico de coeficiente de difusão é igual ao fluxo específico de massa, sendo unitário o gradiente de densidade.

O sinal “menos” de que esta afectada a formula da Lei de Fick significa que a transferência da massa se realiza no sentido pela diminuição da densidade.

A Lei de Fick ainda pode ser exprimida de seguinte modo:

Onde:

 – é a densidade do fluxo de moléculas no decorrer do processo de difusão e é, o numero de moléculas que difundem na unidade de tempo através da superfície plana de área igual a unidade, perpendicular ao sentido de transferência de substancia;

 - é a concentração das moléculas, igual ao numero das massas na unidade de volume;

 – é a massa duma molécula de tal modo que .

A formula que exprime o coeficiente de difusão D que se aplica na T.C.M dos gases:

Onde:

 – é a velocidade media aritmética do movimento térmico das moléculas;

(λ) – é o comprimento médio do percurso livre, é a distancia media que a uma molécula percorre no intervalo entre – é o nível de colisões que cada moléculas sofre na unidade de tempo;

A uma temperatura constante, é proporcional a pressao de gás P, razao porque, para um gás dado, o percurso livre é inversamente proporcional a pressão.

A lei de distribuição dos percursos livres da molécula no feixe diz que, se duma fonte de partículas (forno molecular) verifica-se uma emissão das moléculas que, com auxilio de um diagrama, são reunidos em feixes de moléculas, da se como valida a expressão:

Onde:

**N** – é o número de moléculas do feixe que tem percorrido a distância x sem colunas

 – É o número de moléculas do feixe com , isto é, a saída do diagrama.

## Fenómeno de Atrito Interno (Viscosidade)

Consiste na formação das forças de atrito entre as camadas de gás ou do líquido que se movem paralelamente uma em relação a outra com velocidade de diferentes valores. A camada que se move com maior velocidade, a camada de movimento lento trava a camada de movimento mais rápido e vice-versa.

As forças de atrito interno originadas por este fenómeno, estão dirigidas tangencialmente a superfície de contacto entre as camadas. A viscosidade deve-se a superposição do movimento ordenado das camadas de gás de diferentes velocidades e de movimento caótico das moléculas de velocidade cujos valores dependem da temperatura.

O movimento caótico das moléculas as faz passar da camada **B** aumentada de movimento da velocidade (), para cada camada **A**, aumentada do movimento de velocidade (), como ilustra a figura abaixo.

 **A**

 **B**

 Fig. Viscosidade

***Fonte****: MAVANGA, Gil Cabriel, UP. Maputo, Ensino a distância.*

No decorrer deste processo se da a transferência dos impulsos do movimento ordenado das moléculas. Se as moléculas que antes estavam na camada B e agora pertencem na camada A, ao chocarem com as moléculas deste, chegam a acelerar o seu movimento ordenado, enquanto as moléculas da camada A animado de movimento ordenado ficam moderados, e vice-versa, as moléculas, ao passarem da camada A animado de movimento mais rápido para a camada B transfere os impulsos de valores superiores ao passo que a colisão intermolecular dentro da camada molecular B fazem acelerar o movimento das moléculas desta camada.

## Lei de Newton do Atrito Interno, Coeficiente de Viscosidade

Suponhamos duas superfícies planas de um liquido, situado a uma distancia uma da outra e que que possuem respectivamente as , conforme a figura abaixo

 X

Fig. ***Atrito Interno***

***Fonte:*** *MAVANGA, Gil Cabriel, UP. Maputo, Ensino a distância.*

A camada inferior ira transferir à velocidade a camada média enquanto, a camada superior ira retirar-lhe velocidade. Em resultado, sob a acção das forças de atrito interno, a camada média dislocar-se-á com uma velocidade , superior a mas inferior a . Se a variação da velocidade do movimento das camadas ao longo da direcção for uniforme, o valor de grad sera igual em todos os pontos do liquido e toma o valor (/ ou .

Newton demonstrou que o atrito interno que actua, neste caso, sobre a camada media e directamente proporcional ao gradiente de velocidade e a área da superfície da camada . A lei de Newton do atrito interno tem a seguinte expressão matemática:

Onde:

 – é a tensão do atrito, isto é, grandezas físicas cujo valor vem sendo igual na força de atrito interno aplicada a unidade de área da superfície de camada;

 – é a grandeza de velocidade, ou seja, a variação da velocidade de movimento das camadas pela unidade de comprimento no sentido normal interno , à superfície da camada.

A força interna é o sentido contrário ao da derivada, em relação a superfície da camada do vector velocidade do movimento do gás.

## Condutibilidade Térmica

A condutibilidade térmica da se sempre que há diferença de temperatura, dentro do corpo, numa direcção determinada. Por exemplo as duas paredes opostas de um recipiente com gás podem ter temperaturas de diferentes valores mantidas pelas fontes externas. Neste caso as moléculas de gás em diferentes partes de seu volume terão diferentes energias cinéticas médias.

O movimento térmico caótico das moléculas, nestas condições, originará uma transferência orientada de energia sob forma de calor. As moléculas que têm passado das paredes mais aquecidas de volume de gás para as outras de menos aquecidas, transferem, no processo de colisões moleculares, uma parte de sua energia cinética média as moléculas, uma parte de sua energia cinética média às moléculas vizinhas, e uma vice-versa, as moléculas animadas de movimento menos rápido, ao passarem das partes menos aquecidas de gás para mais aquecidas, aumentam a sua energia cinética média à custa das colisões com moléculas que tem grandes velocidades.

No caso de se tratar da condutibilidade térmica unidimensional, a variação da temperatura do gás depende apenas de uma coordenada **,** a transferência de energia sob forma de calor se desenvolve ao longo do eixo , mantendo-se vigente a Lei de Fourier:

 Onde:

 – é o fluxo especifico do calor, ou seja a grandeza cujo valor numérico vem sendo igual a energia que se transfere sob forma de calor na unidade de tempo através de uma superfície plana de unidades, de área igual a unidade, situada perpendicularmente a direcção de transferência de energia.

**K** – é o coeficiente de condutividade térmica e o valor numérico é igual ao fluxo específico de calor com o gradiente de temperatura igual a unidade. O nível “menor” na equação de Fourier evidencia que no caso de se tratar de condutibilidade térmica, a energia vem sendo transferida na direcção para a diminuição da temperatura.

Onde:

 – É o calor específico de gás no decorrer do processo isocórico.

## 6o Grupo

## Máquinas Térmicas

A palavra **máquina** origina-se do grego *mechane* que significa qualquer dispositivo engenhoso ou invenção. Uma máquina é definida como um aparelho composto por várias partes com funções definidas.

**A máquina térmica** é um dispositivo que transforma a energia interna de um combustível em energia mecânica. Também pode ser definida como o dispositivo capaz de converter calor em trabalho.

**As máquinas térmicas -** são máquinas que realizam trabalho e lidam com a variação de temperatura. Normalmente, as máquinas térmicas retiram calor da fonte quente e transferem-no para a fonte fria, o que define sua eficiência. Uma máquina térmica tem maior eficiência se transforma mais calor em trabalho, transferindo, portanto, menos calor na fonte fria.

Apesar dos diferentes tipos de máquinas térmicas, todas recebem calor de uma fonte quente (reactor nuclear, colector de energia solar, fornalha a combustível, etc.), rejeitam o calor que não foi usado para um reservatório chamada fonte fria e funcionam por ciclos.

## O Sistema de uma Máquina



Esquema simplificado de uma máquina térmica, a relação entre as energias envolvidas e o modo de determinação de seu rendimento.

O funcionamento de uma máquina térmica está associado à presença de uma fonte quente (que fornece calor ao sistema), à presença de uma fonte fria (que retira calor do sistema) e à realização de trabalho.

As máquinas térmicas e outros dispositivos que funcionam por ciclos utilizam normalmente um fluido para receber e ceder calor ao qual se dá o nome de *fluido de trabalho*. O trabalho líquido do sistema é simplesmente a diferença de trabalho da fonte quente e da fonte fria:

* ****

Onde:

É trabalho líquido ou total da máquina térmica;

É o trabalho da fonte quente;

É o trabalho da fonte fria.

O trabalho pode ser definido a partir das trocas de calor:

* **=**

Onde:

 **e**  – são respectivamente o calor cedido da fonte quente e o calor recebido pela fonte fria.

A respeito das máquinas térmicas é importante saber que elas não [transformam](http://www.infoescola.com/fisica/maquina-termica/) todo o calor em trabalho, ou seja, o rendimento de uma máquina térmica é sempre inferior a 100%.

## O Rendimento de uma Máquina térmica ()

O rendimento de uma máquina térmica é dado pelo quociente do trabalho pela energia útil, onde o trabalho é definido pela diferença entre a energia útil e a energia dissipada. A equação do rendimento pode ser reescrita como a diferença entre a unidade e o quociente da energia dissipada pela energia útil.

O rendimento das máquinas térmicas pode ser, de uma maneira geral, a razão entre o trabalho total e o trabalho (ou calor) necessário para que ela funcione, ou seja, é o que se obtém pelo que se dá de trabalho.

Rendimento da Máquina ()





**Rendimento da Máquina em % ()**

** = 1 - × 100**

Onde:

****- é o rendimento da máquina térmica;

 - é a energia que entra na máquina para ser transformada em energia mecânica útil.

- é a energia aproveitada ( trabalho)

- é a energia perdida (degradada).

O rendimento é a eficiência com que uma máquina térmica funciona. Em geral o rendimento das máquinas é baixo:

* Motores de automóveis da ordem de 30%;
* Motores a diesel da ordem de 50%;
* Grandes turbinas a gás da ordem de 80%.

Assim o restante de energia que não é aproveitado pela máquina é expulso para o meio ambiente na forma de energia inútil, "perdida".

## Enunciados da 2ª lei da Termodinâmica

O Segundo Princípio da Termodinâmica, elaborado em 1824 por **Sadi** **Carnot**, é enunciado da seguinte forma:

"Para haver conversão contínua de calor em trabalho, um sistema deve realizar ciclos entre fontes quentes e frias, continuamente. Em cada ciclo, é retirada uma certa quantidade de calor da fonte quente (energia útil), que é parcialmente convertida em trabalho, sendo o restante rejeitado para a fonte fria (energia dissipada) ".

**Clausius:** É impossível um sistema operar de modo que o único efeito resultante seja a transferência de energia na forma de calor, de um corpo frio para um corpo quente.

Exemplo: Refrigerador

**Reservatório Térmico:** Classe especial de sistema fechado, que mantém constante sua temperatura, mesmo que energia esteja sendo recebida ou fornecida pelo sistema (RT).

Ex. Atmosfera;

 Grandes massas de água: oceanos, lagos;

 Grande bloco de cobre (relativo).

**Kelvin-Planck:** É impossível para qualquer sistema operar em um ciclo termodinâmico e fornecer trabalho líquido para sua vizinhança trocando energia na forma de calor com um único reservatório térmico.

## Comentários a Respeito dos Enunciados:

**Clausius**: mais evidente e de acordo com as experiências de cada um e, assim, mais facilmente compreendido e aceito.

**Kelvin-Planck**: Embora mais abstracto, propicia um meio eficiente de expressar importantes deduções relacionadas com sistemas operando em ciclos termodinâmicos.

Como consequência, conclui-se que é **impossível** construir uma máquina térmica, que opere em ciclos, cujo único objectivo seja retirar **calor** de uma fonte e convertê-lo **integralmente** em **trabalho**.Portanto, é impossível transformar calor emtrabalho ao longo de um ciclo termodinâmico,sem que haja duas temperaturas diferentesenvolvidas (duas fontes térmicas distintas). Assim sendo, o rendimento de uma máquinatérmica jamais poderá ser igual a 100%.

## Máquina de Carnot

# A máquina de Carnot é uma máquina ideal que utiliza calor para realizar um trabalho. Nela há um gás sobre o qual se exerce um processo cíclico de expansão e contracção entre duas temperaturas. O ciclo termodinâmico utilizado se denomina ciclo de Carnot e foi estudado por Sadi Carnot em torno de 1820.

Uma Máquina de Carnot é o procedimento mais eficaz para produzir trabalho a partir de dois focos de temperatura.

Pode construir-se a partir de um cilindro sobre o qual corra um pistão unido a uma biela que converte o movimento linear do pistão em movimento circular. O cilindro contém uma certa quantidade de um gás ideal e a máquina funciona intercambiando calor entre duas fontes de temperaturas constantes *T1* <*T2*.

As transferências de calor entre as fontes e o gás se fazem isotermicamante, ou seja, mantendo a temperatura constante. Esta parte do processo é, portanto, reversível. O ciclo se completa com uma expansão e uma compressão adiabáticas, ou seja, sem intercâmbio de calor, pelo que esta parte do ciclo é também reversível.

## Ciclo de Carnot

É o ciclo executado pela Máquina de Carnot, idealizada pelo engenheiro francês Carnot e que tem funcionamento apenas teórico (ainda não foi possível criar uma Máquina de Carnot).

Funcionando entre duas transformações isotérmicas e duas adiabáticas alternadamente, permite menor perda de energia (Calor) para o meio externo (fonte fria).

O rendimento da Máquina de Carnot é o máximo que uma Máquina Térmica trabalhando entre dadas temperaturas da fonte quente e da fonte fria pode ter (Mas o rendimento nunca chega a 100%).

É um ciclo que proporciona a uma máquina térmica o rendimentomáximopossível. Consiste de duastransformaçõesadiabáticasalternadas com duastransformaçõesisotérmicas,todas elas reversíveis, sendo o ciclotambém reversível.

O Ciclo de Carnot demonstra que o maior rendimento possível para uma máquina térmica é o de uma máquina que realizasse um ciclo de duas transformações adiabáticas e duas transformações isotérmicas, alternadas entre si, de acordo com o esquema:

1. Processo isotérmico reversível, no qual o calor é transferido do, ou para o reservatório de alta temperatura;

1. Processo adiabático reversível, no qual a temperatura do fluido de trabalho de um reservatório a alta temperatura diminui até o outro;
2. Processo isotérmico reversível, cujo calor é transferido do, ou para o reservatório de menor temperatura;
3. Processo adiabático reversível, em que a temperatura do fluido de trabalho vai aumentando desde o reservatório (a baixa temperatura) até o outro.



A fig. mostra um diagrama P – V (Pressão e Volume) do ciclo de Carnot. Como indicado pelas setas, o ciclo é percorrido no sentido horário. Imaginemos que a substancia de trabalho e um gás, confinado em um cilindro isolado com um pistão pesado móvel.

O cilindro pode ser colocado à vontade sobre qualquer um dos dois reservatórios térmicos, A fig. mostra que, se colocarmos o cilindro em contacto com o reservatório em alta temperatura com temperatura Ta, o calor |Qa| se transfere para a substância de trabalho partindo deste reservatório quando o gás sofre uma expansão isotérmica do volume Va para o volume Vb.

Analogamente, com a substancia de trabalho em contacto com o reservatório em baixa temperatura com temperatura Tb, o calor |Qb| se transfere da substância de trabalho para o reservatório em baixa temperatura quando o gás sofre uma compressão isotérmica do volume Vc para o volume Vd.

## O Rendimento no Ciclo de Carnot

O rendimento, no ciclo de **Carnot**, é função exclusiva das temperaturas absolutas das fontes quente e fria, não dependendo, portanto, da substância (fluido operante) utilizada.

**= 1 -**

Esse é o máximo rendimento que se pode obter de uma máquina. Qualquer dispositivo capaz de converter calor em energia mecânica é chamado *máquina* *térmica*. A maior parte do exposto diz respeito aos vários aspectos da análise de máquinas térmicas. Durante esta análise, concluiu-se a validação da Segunda Lei da Termodinâmica.

Em máquinas térmicas, uma certa quantidade de matéria sofre vários processos térmicos e mecânicos, como a adição ou a subtracção de calor, expansão, compressão e mudança de fase. Este material é chamado *substância de trabalho* da máquina. Considere, para simplificar, uma máquina na qual a "substância de trabalho" seja conduzida através de um processo *cíclico*, isto é, uma sequência de processos, na qual ela eventualmente volta ao estado original.

Nas máquinas a vapor do tipo de condensação, empregadas na propulsão marítima, a “substância de trabalho”, a água pura, é usada repetidamente. Ela é evaporada nas caldeiras, sob temperatura e pressão elevadas, realiza trabalho, expandindo-se contra um pistão ou numa turbina, é condensada pela água fria do oceano, sendo, então, novamente bombeada para as caldeiras.

A substância refrigerante, num refrigerador caseiro, também sofre transformação cíclica. Motores de combustão interna e locomotivas a vapor não conduzem o sistema em ciclo, mas é possível analisá-los em termos de processos cíclicos que se aproximam de suas operações reais. Todos esses aparelhos absorvem calor de uma fonte em alta temperatura e realizam trabalho mecânico, rejeitando calor em temperatura mais baixa.

Quando um sistema é conduzido por meio de um processo cíclico, suas energias internas, inicial e final, são iguais e, pela Primeira Lei, para qualquer número de ciclos completos, tem-se o calor transformado em trabalho.

## CAPÍTULO II

## Questões

Na parte da organização das questões, a ordem será sequencialmente, isto é, partirá do número um (1) até ao fim, mas começando-se por primeiro grupo até o ultimo que é 6o grupo.

## Perguntas

1. O que são sistemas termodinâmicos e como se classificam?
2. O que difere o trabalho termodinâmico e outros?
3. Qual é a abordagem de trabalho nos processos isoprocessos termodinâmicos?
4. Diferenciem e conceituem os sistemas isolados e fechados a partir dos exemplos do quotidiano?
5. Haverá trabalho nos processos isobáricos e isotérmicos.
6. O que são grandezas intensivas e extensivas?
7. O que é calor especifico?
8. Quais são as formas?
9. Qual é o dispositivo usado para medir calor?
10. Será que o termómetro para medir álcool é só é só para medir o álcool?
11. Qual é o conceito de temperatura e a sua diferença com o calor?
12. O que são escalas termométricas e quais são os principiais?
13. Demonstre os valores padrão de conversão entre as principais escalas termométricas e formas esquemáticas?
14. Qual é o significado de zero absoluto e como é que se caracteriza fenómenos necessitados?
15. O que são movimentos intensivos?
16. Como funcionam o barómetro?
17. Relação do tempo do cilindro para a transmissão do calor?
18. Deferem movimento caótico e browniano?
19. Qual é a diferença entre o conceito movimento caótico e browniano durante a experiencia de Stern?
20. Qual é o significado físico da experiencia do Stern?
21. O que entendem por formula barométrica e o seu dignificado?
22. Diferença entre a distribuição de Boltzmen e Maxwell?
23. Quais são as tendências que influenciam a distribuição da molécula segundo Boltzman?
24. O que se entende da trajectória livre média?
25. Que consequências trás na distribuição das velocidades?
26. Água e óleo qual é o mais viscoso, porquê?
27. Qual é a diferença que existe entre fenómeno e efeito?
28. Conceito de fenómenos de transferências, conceito físico?
29. Como se explica a diferença das velocidades entre as velocidades nas placas A para B?
30. Qual é a origem dos fenómenos de transferência?
31. Qual é a diferença entre fenómenos de translação e difusão?
32. O que é atrito interno e em que medida influencia na troca dos gases e em que momento?
33. Como é constituída a maquina térmica/
34. Qual é a lei termodinâmica que obedece as maquinas térmicas?
35. Conceito de máquinas térmicas?

## Respostas

1. Sistema termodinâmico é qualquer porção de matéria capaz de sofrer trocas de calor com outro corpo ou com ambiente.
2. A diferença existente entre trabalho mecânico e trabalho termodinâmico. O trabalho mecânico é produto da força exercida pelo deslocamento percorrido por um corpo enquanto o trabalho termodinâmico é o produto entre a força exercida pelas moléculas de um gás por variação do seu volume
3. **.**Nos sistemas termodinâmicos fechados não há troca de matéria com o exterior mas pode haver troca de energia, exemplo: lata de leite. Nos sistemas termodinâmicos abertos são possíveis trocas de energia e da matéria com o exterior. Exemplo: garrafa de gás lacrimogéneo, esgueiro etc.
4. No processo isocórico não há realização do trabalho porque não há variação de volume, ou seja o volume é constante.
5. Grandezas extensivas são as propriedades que dependem do seu tamanho, ou da quantidade do material que eles contem. Podem ser divididas. Exemplo: massa, volume, número de moléculas e propriedades intensivas são as propriedades de um sistema que não dependem do seu tamanho, ou da quantidade do material que eles contem. Exemplo: pressão, temperatura, densidade
6. Há dependência entre a energia cinética e temperatura por que quanto maior é a energia cinética, maior é a temperatura.
7. A origem dos fenómenos de transferência parte de fenómenos de translação, através do movimento caótico e das suas velocidades.
8. A diferença existente entre fenómenos de translação e de difusão é: os fenómenos de translação refere uma serie de processos originados pela não uniformidade da velocidade, velocidade, temperatura, densidade, do deslocamento desordenado de diferentes camadas de substâncias nos gases, enquanto os fenómenos de difusão se refere de um processo de transferência ordenada e orientado no mesmo nível, espontâneo ou mutuo na transferência de substâncias nos gases.
9. O atrito interno é a formação de forca de atrito entre as camadas dos gases ou líquidos que se movem paralelamente uma da outra com velocidades diferentes. Eles influenciam nas trocas gasosas entre gases na medida em que o movimento ordenado das camadas do gás tem diferentes velocidades e movimentos caóticos das moléculas, em que os seus valores dependem da temperatura.
10. A diferença existente entre o movimento Browniano e caótico é: o movimento caótico se refere a quantidade de energia cinética que cada molécula possui em media, para que se comesse a movimentar, enquanto o movimento Browniano refere se a prova de relacionamento existente desses movimentos moleculares caóticos em gases e líquidos.
11. É o movimento que se realiza dentro das partículas ou sistema térmico das moléculas.
12. O tipo de relação existente entre experiencia de velocidade e das moléculas é análogo, a que encontramos um fluxo de forcas.
13. A fórmula barométrica descreve a repartição vertical das moléculas de um gás ideal na atmosfera terrestre, e como tal a variação da pressão em função de altitude.
14. Movimento browniano é o movimento microscópio, aleatórios e contínuos de partículas sólidas num meio fluido (gás ou liquido), provocado pela colisão das partículas com moléculas do fluido.
15. O barómetro funciona na medição da pressão atmosfera indicado das condições meteorológicas.
16. O óleo é mais viscoso do que a água, porque o óleo apresenta mais atrito do que a água.
17. A diferença que existe entre fenómeno e efeito é: uma vez que o fenómeno é tudo o que modifica os corpos então o efeito é a consequência de partículas produzidas por uma causa bem determinada.
18. As aplicações da condutibilidade térmica são:
* Nos metais
* Nos líquidos
* Nos gases
* No vácuo e também
* Na fervura da água.
1. A lei termodinâmica que obedece as máquinas térmicas é a 2a lei, que diz: é impossível para uma máquina transformar calor para um reservatório a uma temperatura sem dispendido de energia.

## Conclusão

Depois de uma dada leitura a nível do trabalho composto por seis (6) grupos, que é resultado de muitas apresentações realizadas na física molecular e termodinâmica, concluímos que na parte dos conceitos termodinâmicos, O trabalho é a transmissão ordenada de um elemento participante para outro vencendo-se a resistência que o mesmo oferece. E um sistema termodinâmico e qualquer porção de matéria capaz de sofrer trocas de calor com outros corpos ou com o ambiente; na noção de temperatura, escalas termométricas e suas aplicações, conclui-se que a temperatura é uma consequência de calor, que é uma forma de transmissão de energia interna de um corpo para o outro, ocorrendo do corpo mais quente para o menos quente.

Nas experiencias de Stern, conclui-se que a experiência de Stern é uma das experiências de execução mais simples para a determinação das velocidades das moléculas que constitui um gás ideal, embora que pareça um pouco complexo na sua descrição.

Nas distribuições de Maxwell & Boltzman conclui-se que A distribuição das velocidades, depende não só da temperatura mas também da massa molar.

A velocidade média quadrática () sendo a raiz quadrada das velocidades será maior. . Na parte dos fenómenos de transferência nos gases, conclui-se que os fenómenos de difusão, translação, viscosidade e condutibilidade térmica são muito úteis e aplicáveis na técnica (industrial). Por exemplo é com o fenómeno de difusão que os aparelhos de ar condicionado colocados numa sala expandem o ar climatizado.

E finalmente, na parte das máquinas térmicas e o princípio de Carnot, chegamos a conclusão que qualquer dispositivo capaz de converter calor em energia mecânica é chamado *máquina* *térmica*, a utilidade da Máquina de Carnot é descobrir se uma máquina térmica tem bom rendimento, para assim ver se seu custo é viável para a indústria, e também dizermos que é impossível transformar calor em trabalho ao longo de um ciclo termodinâmico, sem que haja duas temperaturas diferentes envolvidas (duas fontes térmicas distintas). Assim sendo, o rendimento de uma máquina térmica jamais poderá ser igual a 100%.

**Bibliografia**

1. ABBOTT, M. M e VANSNESS, H.C*Termodinâmica* editora Mc graw-HillPortugal: 1992.
2. ARCIPRETE, Nicolangelo e GRANADO, Nelson Velhena – *Física 2, termologia óptica e ondulatória*, 7ª edição, ática editora, São Paulo.
3. CENGEL, Y.A. & BOLES, M.A. *termodinâmica.* Mc graw-Hill interamericana do Brasil Ltd, 5ª edição. S. Paulo. 2007
4. ENCICLOPÉDIA verbos volume 28 lusa - Brasileira de cultura edição século XXI 9/2003
5. ENGENHEIRO, K. Asryantz, *física 1*. Editora Mir Moscovo 1986
6. MAVANGA, Gil Cabriel, UP. Maputo, Ensino a distância.
7. RAMALHO, F. et all. Os Fundamentos da Física: Termologia, Óptica e Ondas. 8 ed. Editora
8. Moderna. São Paulo
9. TIPLER, P. A. Física Mecânica, Oscilações e ondas, termodinâmica, volume 1, 4 ed, LTC
10. Editora, RJ, 2000