

# TÉCNICO EM QUÍMICA



MÓDULO I  
FÍSICA APLICADA

# Sumário

## APRESENTAÇÃO

## QUÍMICA ANALÍTICA

- Procedimentos para efetuar reações analíticas

## QUÍMICA QUALITATIVA

## QUÍMICA QUANTITATIVA

## MÉTODOS DE ANÁLISE

- Métodos Clássicos
- Métodos Instrumentais

## ÍON, CÁTION E ÂNION

- Tipos de Cátions
- Tipos de Ânions

## PREPARAÇÃO E PADRONIZAÇÃO DE SOLUÇÕES

## VOLUMETRIA

- Volumetria por precipitação
- Volumetria por neutralização
- Volumetria por oxirredução

## REAÇÕES DE PRECIPITAÇÃO

## COMPLEXOMETRIA

## GAVIMETRIA

## RELATÓRIOS

## MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE LABORATÓRIO

## REFERÊNCIAS



## APRESENTAÇÃO

A Escola Técnica com o intuito de se tornar referência em ensino técnico no Brasil, lança cursos técnicos em diversos eixos, como forma atender demandas regionais e estaduais.

Por meio de um trabalho diferenciado o estudante é instigado ao seu autodesenvolvimento, aliando a pesquisa e prática.

Boa formação é requisito necessário para quem deseja estar preparado para enfrentar os desafios do mercado profissional. A escolha de um curso, que aproxime teoria e prática e permita a realização de experiências contribui de maneira decisiva para a formação profissional com qualidade e inovação.

Ciente dessa importância a escola reuniu profissionais especialistas dos cursos propostos, para fornecer cursos técnicos de qualidade para a comunidade.

Como escola de desenvolvimento tecnológico, na área de educação realizado nos últimos anos no campo da educação básica, fortalece e amplia o seu programa de cursos, instituindo, em Goiás cursos técnicos de educação profissional.

Os cursos são oferecidos na modalidade semipresencial, utilizando-se da plataforma Moodle ou Material Apostilado, mediado por professores formadores/tutores renomados. Além dos momentos presenciais, serão oferecidos no ambiente virtual: fórum de apresentação, fórum de notícias, slide com conteúdos pertinentes ao curso em questão, links de reportagens direcionadas, sistematização da aprendizagem.

## BOAS VINDAS

Bem-vindo à Escola Técnica! Prezado (a) Cursista, Que bom tê-lo (a) conosco!

Ao ter escolhido estudar na modalidade à distância, por meio de um ambiente virtual de aprendizagem, você optou por uma forma de aprender que requer habilidades e competências específicas por parte dos professores e estudantes. Em nossos cursos à distância, é você quem organiza a forma e o tempo de seus estudos, ou seja, é você o agente da sua aprendizagem. Estudar e aprender a distância exigirá disciplina.

Recomendamos que antes de acessar o espaço virtual de aprendizagem, faça uma leitura cuidadosa de todas as orientações para realização das atividades.

É importante que, ao iniciar o curso, você tenha uma compreensão clara de como será estruturada sua aprendizagem.

Uma orientação importante é que você crie uma conta de e-mail específica para receber informações do curso, seus exercícios corrigidos, comunicados e avisos.

É de responsabilidade do estudante verificar também sua caixa de spam-lixo para ter acesso a todas as informações enviadas.

Desejamos um ótimo curso.

## ORGANIZANDO OS ESTUDOS

O estudo por meio de um ambiente virtual de aprendizagem não é mais difícil e nem mais fácil do que num ambiente presencial. É apenas diferente. O estudo à distância exige muita disciplina. As orientações a seguir irão auxiliá-lo a criar hábitos de estudo.

Elabore um horário semanal, considerando a carga horária do curso. Nesse plano, você deve prever o tempo a ser dedicado:

- Leitura do conteúdo das aulas, incluindo seus links para leituras complementares, sites externos, glossário e referências bibliográficas;
- Realização das atividades ao final de cada semana;
- Participação nos chats;
- Participação nos fóruns de discussão;
- Interação com o professor e/ou com o tutor;
- Interação com seus colegas de curso, por mensagem ou por chat.

Uma vez iniciados os seus estudos, faça o possível para manter um ritmo constante, procurando seguir o plano previamente elaborado. Na educação à distância, é você, que deve gerenciar o seu processo de aprendizagem.

Procure manter uma comunicação constante com seu tutor, com o intuito de tirar dúvidas sobre o conteúdo e/ou curso e trocar informações, experiências e outras questões pertinentes.

Explore ao máximo as ferramentas de comunicação disponíveis (mensageiro, fórum de discussão, chat).

É imprescindível sua participação nas atividades presenciais obrigatórias (aulas), elas são parte obrigatória para finalização do curso.

Módulo I

# **FÍSICA APLICADA**

## INTRODUÇÃO

### INTRODUÇÃO

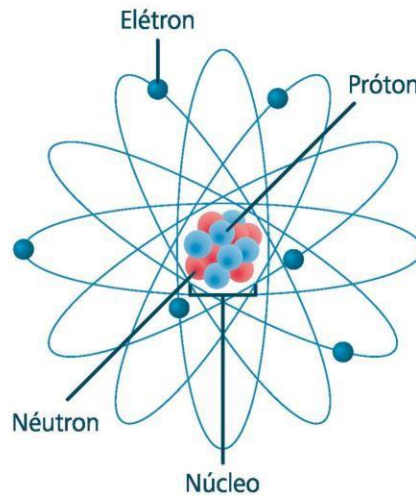
A Física Aplicada é o campo que transforma teorias e princípios fundamentais da física em tecnologias práticas, oferecendo soluções para desafios em diversas áreas, como energia, medicina, telecomunicações, eletrônica e materiais. Diferente da física teórica, que busca entender leis universais, a física aplicada foca na criação de tecnologias específicas, como painéis solares, ressonâncias magnéticas, circuitos integrados e fibras ópticas, possibilitando avanços em setores essenciais para a sociedade moderna.

Esse campo tem uma abordagem interdisciplinar e é fundamental para o desenvolvimento de novos materiais, como o grafeno e supercondutores, e para a melhoria de dispositivos e processos. Ao conectar ciência e prática, a física aplicada torna-se um pilar do progresso técnico, colaborando diretamente com engenharias e indústrias para aprimorar tecnologias existentes e introduzir inovações que atendam a demandas globais.

### CARACTERÍSTICAS DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

#### ESTRUTURA ATÔMICA BÁSICA

A teoria atômica evoluiu bastante desde a Grécia antiga. Hoje, já sabemos que os átomos não são indivisíveis, sendo formados por um núcleo maciço e uma eletrosfera, esses são formados por inúmeras partículas, das quais se destacam os prótons (p), elétrons (e) e nêutrons (n).



**Figura 1:** Modelo atômico e suas partículas fundamentais

Os nêutrons e os prótons são encontrados no núcleo do átomo, já os elétrons são encontrados da eletrosfera. Os nêutrons não possuem carga, já os prótons possuem carga positiva e os elétrons possuem carga negativa.

Quanto a massa dessas subpartículas, foi criada a unidade de massa atômica (u) e por experimentação observou-se que tanto os prótons quanto os nêutrons possuem massa aproximadamente igual a 1 u, já os elétrons possuem massa desprezível.

## Íon

Ja que os átomos são formados pelas mesmas subpartículas, todo átomo é igual?

Mesmo sabendo que todo átomo é formado pelas mesmas subpartículas, tendo como principais os prótons, elétrons e nêutrons, cada átomo é diferente por que possuem quantidades diferentes dessas subpartículas, formando elementos diferentes. Cada elemento possui uma quantidade diferente dessas subpartículas.

Considerando que os elétrons têm carga elétrica negativa, os prótons têm carga positiva e os nêutrons não tem carga, surgiu o conceito de número atômico ( $Z$ ) e número de massa ( $A$ ), os quais são simbolizados da seguinte forma para cada elemento químico:



Onde:

$$A = p + n$$

$$Z = p$$

### Molécula

Quando dizem que a fórmula molecular da água é  $H_2O$ , o que significa?

Quando falamos em fórmula molecular estamos demonstrando a quantidade de átomos de um ou mais elementos que formam uma determinada molécula.

As moléculas são formadas por átomos do mesmo elemento ou elementos diferentes, quando estão unidos por ligação covalentes, que só ocorrem entre átomos de alta **eletroafinidade**. São exemplos de moléculas:

$H_2$  (gás hidrogênio)

$O_2$  (gás oxigênio)

$CO_2$  (gás carbônico)

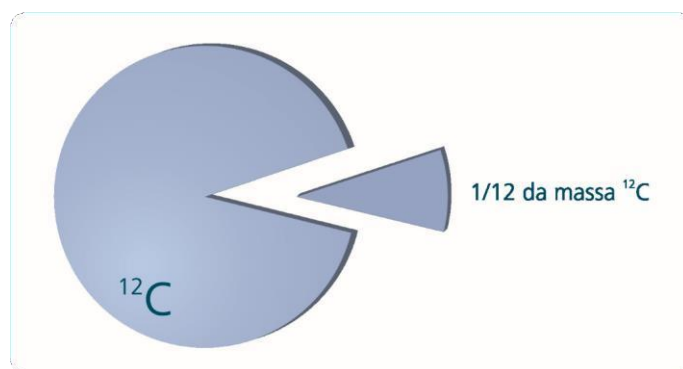
$NH_3$  (amônia)

Como saber a massa atômica, massa molecular e massa molar?

É importante lembrar que os átomos são os constituintes fundamentais da matéria, por isso, para descobrir a massa molar ou molecular é imprescindível saber a massa atômica. Vejamos então como podemos aferir a massa atômica.

## Massa atômica

Você acha que seria possível pesar um átomo? Infelizmente ainda não temos como pesar uma partícula tão pequena como o átomo, para isso foi criada uma unidade de medida chamada de unidade de massa atômica (u). A referência para essa unidade é o carbono isótopo 12 e uma u corresponde a 1/12 da massa desse carbono, o que é equivalente a  $1,66057 \times 10^{-24}$  gramas.



**Figura 2:** Representação da unidade de medida usada para cálculo da massa atômica

Quando dizemos que o hidrogênio tem massa atômica igual a 1 u, significa que sua massa em gramas é  $1,66057 \times 10^{-24}$  gramas.

## Massa molecular

Lembrando que uma molécula é formada por átomos do mesmo elemento ou elementos diferentes, quando estão unidos por ligação covalentes, temos que a massa molecular é igual a soma das massas de todos os átomos que formam a molécula.

## Massa molar

Como as massas atômicas e moleculares são muito pequenas, foi preciso criar outra grandeza para expressar essas massas em gramas. Essa grandeza é chamada de mol,

que corresponde a  $6,02 \times 10^{23}$  unidades. Quando falamos em um mol de gás oxigênio ( $O_2$ ) estamos nos referindo a  $6,02 \times 10^{23}$  unidade de  $O_2$ .

Quando falamos de massa molar, nos referimos a massa de um mol de determinada substância. É importante ressaltar que a massa molar é numericamente equivalente a massa atômica ou molar, por exemplo, 1 mol de  $H_2$  tem massa igual a 2 g e  $H_2$  tem massa molecular de 2 u.

Quem primeiro observou essa relação entre a massa molar e as massas atômica e molecular foi o cientista Amadeo Avogadro. Ao qual foi dado atribuído o nome da constante que os relacionam, que é a constante de Avogadro, equivalente a um mol ( $6,02 \times 10^{23}$ ).

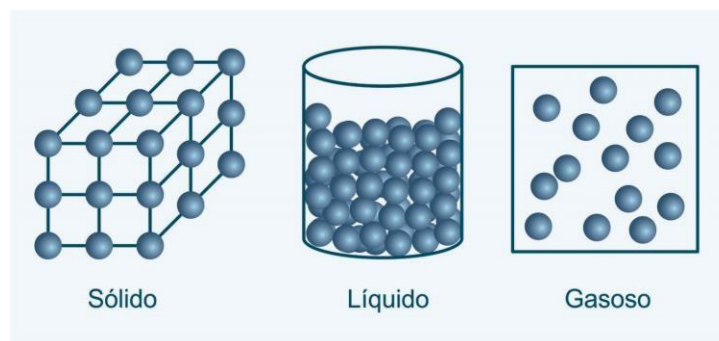
### **Volume molar**

Foi determinado experimentalmente que um mol de um gás perfeito, sob as Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP), pressão de 1 atm e temperatura de 273 K (Kelvin) ou  $0^\circ C$ , ocupa um volume de 22,4 L.

### ***Se todas as substâncias são formadas por átomos, o que faz elas serem sólidas, líquidas ou gasosas?***

O que faz as substâncias estarem presentes na natureza em um ou mais estados é a forma como suas moléculas ou átomos estão organizados. Quanto maior a proximidade entre eles mais tendendo para o estado sólido estará e quanto mais afastados, maior a tendência de estarem no estado gasoso.

Vamos tomar como exemplo a água ( $H_2O$ ), ela pode ser encontrada no estado sólido, líquido e gasoso. Isso está relacionado ao meio onde ela se encontra, abaixo de  $0^\circ C$  ela é encontrada no estado sólido, entre 0 e  $100^\circ C$  no estado líquido e a partir de  $100^\circ C$  no estado gasoso. Observe na Figura 1.3 um exemplo da organização das moléculas da água nos três estados.



**Figura 3:** Representação da organização das moléculas da água nos estados sólido, líquido e gasoso.

## TEORIA CINÉTICA DOS GASES

Os gases estão extremamente relacionados ao funcionamento dos automóveis. Como podemos entender melhor sua dinâmica?

Inicialmente precisamos conhecer a teoria cinética dos gases, segundo ela:

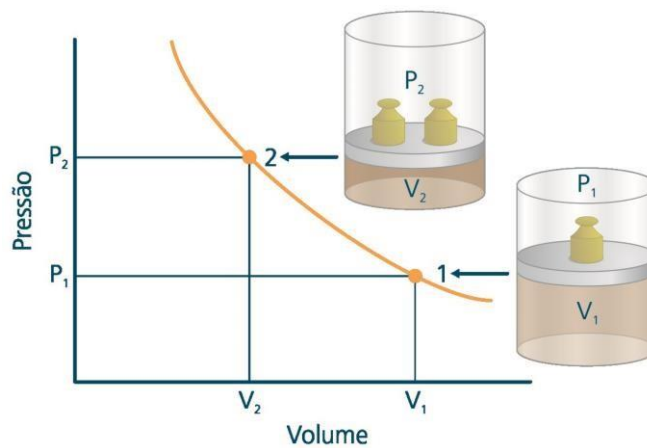
- Uma substância no estado gasoso não tem forma nem volume definido, adquirindo a forma e volume do recipiente em que se encontra.
- Suas moléculas estão separadas umas das outras por um grande espaço.
- Possui movimento aleatório e desordenado.
- As colisões das moléculas nas paredes do recipiente em que está origina o que chamamos de pressão.
- O grau de agitação de suas moléculas é medido através da temperatura.

## TEORIA GERAL DOS GASES

Existem quatro variáveis que estão diretamente relacionados ao estudo dos gases, são elas: volume, pressão, temperatura e quantidade de matéria. Essas variáveis possuem a seguinte relação.

### Relação entre pressão e volume

Se a temperatura ( $T$ ) e a quantidade de matéria ( $n$ ) permanecer constante, a pressão ( $P$ ) e o volume ( $V$ ) irão variar de forma inversamente proporcional, ou seja, se reduzimos a pressão o volume aumenta, e se aumentarmos o volume a pressão diminui. Essa transformação é chamada de transformação isotérmica, pois a temperatura é constante.



**Figura 4:** Relação entre pressão e volume de um gás

$$P \times V = \text{constante}$$

Também podemos dizer que:

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

### Relação entre volume e temperatura

Se a pressão ( $P$ ) e a quantidade de matéria ( $n$ ) permanecer constante, o volume do gás ( $V$ ) e a temperatura ( $T$ ) irão variar de forma diretamente proporcional, ou seja, se reduzimos o volume a temperatura reduz, e se aumentarmos o volume a temperatura aumenta. Essa transformação é chamada de transformação isobárica, pois ocorre em pressão constante.

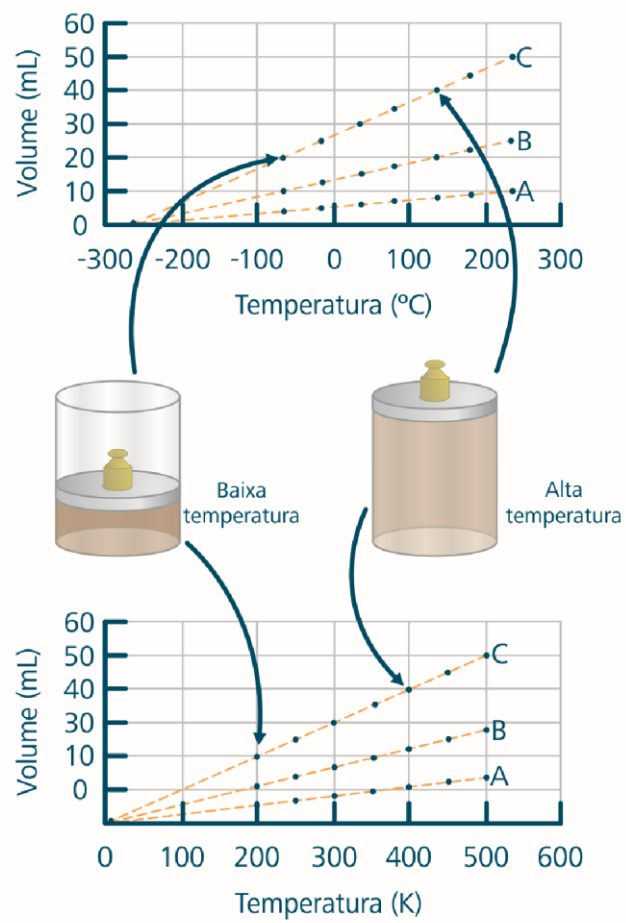


Figura 5: Relação entre volume e temperatura de um gás

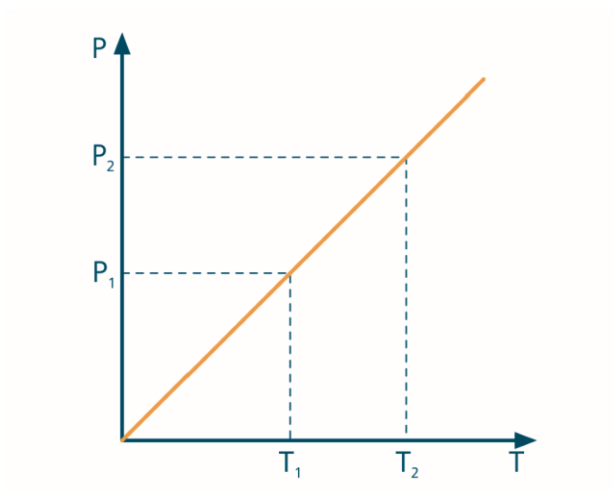
$$\frac{V}{T} = \text{constante}$$

Também podemos dizer que:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

### Relação entre temperatura e pressão

Se o volume ( $V$ ) e a quantidade de matéria ( $n$ ) permanecerem constantes, a temperatura ( $T$ ) e a pressão ( $P$ ) irão variar de forma diretamente proporcional, ou seja, se reduzimos a temperatura a pressão reduz, e se aumentarmos a temperatura a pressão aumenta. Essa transformação é chamada de transformação isovolumétrica, pois ocorre em volume constante.



**Figura 6:** Relação entre pressão e temperatura de um gás

$$\frac{P}{T} = \text{constante}$$

Também podemos dizer que:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

### **Equação geral dos gases**

Considerando as relações apresentadas anteriormente e a relação de que em volume (V) e temperatura (T) constantes, a pressão (P) é diretamente proporcional a quantidade de matéria (n), Clapeyron desenvolveu uma equação que relaciona todas essas teorias, essa equação é conhecida como “Equação Geral dos Gases” expressa por:

$$P \times V = n \times R \times T$$

Onde R é a constante geral dos gases, cujo valor pode ser expresso como:

$$R = 0,082 \text{ atm.L/mol.K}$$

ou

$$R = 62,3 \text{ mmHg.L/mol.K}$$

### **Lei dos gases aplicada ao sistema automotivo**

Mais adiante você irá estudar melhor a aplicação da Lei Geral dos Gases aos sistemas automotivos, onde você verá que o motor é uma máquina térmica que converte energia química da mistura ar-combustível em energia térmica e mecânica, sob a forma de pressão gerada pela expansão dos gases. A energia mecânica é responsável pelo movimento das rodas do carro.

## CÁLCULO ESTEQUIOMÉTRICO

Através do cálculo estequiométrico podemos relacionar as quantidades de reagentes e produtos envolvidos em uma reação. Existem algumas regras que ajudam a realizar esses cálculos, vamos estudá-las através da combustão do álcool etílico:

- a) Escrever a equação química.



- b) Colocar os coeficientes estequiométricos da equação para obter as quantidades em mols entre os participantes.



- c) Montar a proporção com base nos dados das perguntas (massa-massa, massa-quantidade em mols, massa-volume, etc.).

### **Exemplo**

Quantos mols de gás carbônico são produzidos pela queima de etanol, considerando que são consumidos 134,4 L de oxigênio nas CNTPs.

### **Resposta**

Nas CNTPs 1 mol de um gás ocupa 22,4 L, se temos 134,4 L temos em mol:

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol} &= 22,4 \text{ L} \\ X \text{ mol} &= 134,4 \text{ L} \\ X &= 6 \text{ mol de oxigênio} \end{aligned}$$

d) tendo a relação acima, utilizamos a regra de três para chegar à resposta. Utilizando a equação balanceada:



Observamos que 3 mol de O<sub>2</sub> produz 2 mol de CO<sub>2</sub>, escrevemos

$$\begin{aligned} 3\text{O}_2 &= 2\text{CO}_2 \\ 6\text{O}_2 &= x \\ x &= 4 \text{ mol de CO}_2 \end{aligned}$$

## QUÍMICA ORGÂNICA

O que é a química orgânica e qual a importância dela na área automotiva?

Desde a antiguidade o homem aprendeu a utilizar substâncias que existem em vegetais ou que podem ser extraídas deles, tais como vinho, cerveja e álcool. No entanto, só em 1777, como os avanços da nova área da ciência conhecida como química, Olof Bergman, englobou todas essas substâncias na química orgânica, que era a parte da química que estudava os compostos originados de seres vivos. Até então acreditavam que compostos orgânicos só poderiam ser obtidos de organismos vivos.

Em 1828, Friedrich Wohler, conseguiu sintetizar a ureia, que antes só se obtinha através da urina dos animais, derrubando assim a teoria de Bergman. Com a descoberta de Friedrich Wohler, a química orgânica ficou conhecida como da área da química que estuda os compostos de carbono.

Os principais elementos dos compostos orgânicos são carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) e nitrogênio (N), esses elementos são chamados de organógenos.

O que diferencia os compostos orgânicos dos inorgânicos são as seguintes propriedades:

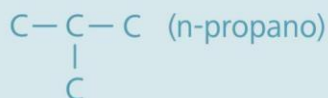
- a. **Ponto de fusão e ebulição** – menores pontos de fusão e ebulição, quando comparados aos compostos inorgânicos.
- b. **Solubilidade** – a maioria dos compostos orgânicos são solúveis em outros compostos orgânicos.
- c. **Combustão** – a maioria dos compostos que sofrem combustão (queima) são de origem orgânica. Exemplo: gasolina e álcool.

Os compostos orgânicos estão presentes em todos os lugares, desde os materiais plásticos até os combustíveis utilizados nos automóveis. Nestes podemos encontrar diversos compostos orgânicos, tais como os óleos lubrificantes e os combustíveis.

### Cadeias carbônicas

Como é possível existir tantas substâncias tendo como base o carbono?

O que tornou possível a formações de tantos compostos tendo como base o átomo do carbono foi a capacidade desse átomo em formar cadeias, conhecidas como cadeias carbônicas, que podem ser de apenas um a dezenas de átomo de carbono. Dependendo da organização da cadeia, uma mesma quantidade de carbono pode formar diversas substâncias orgânicas. Veja o exemplo de substâncias formadas por quatro átomos de carbono:


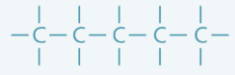
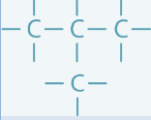
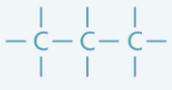
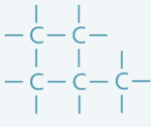
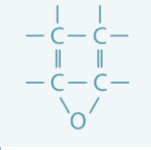


Para entender melhor os tipos de cadeias carbônicas, é fundamental saber que os carbonos presentes nelas podem ser classificados com primário (1), secundário (2), terciário (3) e quaternário (4), que são os ligados, respectivamente, a um, dois, três e quatro átomos de carbono.

As cadeias carbônicas podem ser classificadas com abertas ou fechadas, normal ou ramificada, saturada ou insaturada e homogênea ou heterogênea.

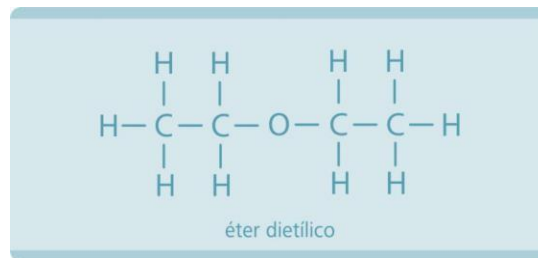
Veja o Quadro:

Quadro Cadeias carbônicas		
Classificação	Conceito	Exemplo
<b>Aberta</b>	Pode apresentar carbonos primários, secundários, terciários e quaternários. Tendo duas extremidades.	$\begin{array}{c}   \quad   \quad   \\ -\text{C}-\text{C}-\text{C}- \\   \quad   \quad   \end{array}$

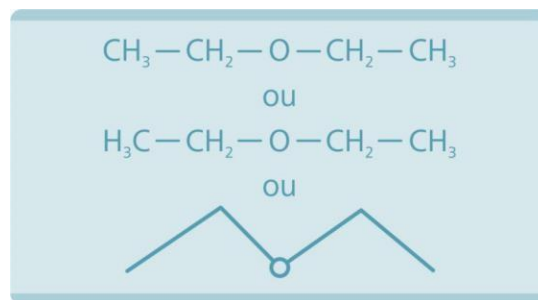
<b>Fechada</b>	Não possui carbonos primários e não tem extremidades livres.	
<b>Normal</b>	Só existem carbonos primários e secundários.	
<b>Ramificada</b>	Possui pelo menos um carbono terciário ou quaternário.	
<b>Saturada</b>	Só existem ligações simples entre os carbonos.	
<b>Insaturada</b>	Possui pelo menos uma ligação dupla ou tripla.	$H-C \equiv C-H$
<b>Homogênea</b>	Não há heteroátomos na cadeia.	
<b>Classificação</b>	<b>Conceito</b>	<b>Exemplo</b>
<b>Heterogênea</b>	Apresenta pelo menos um heteroátomo na cadeia.  Os mais comuns são oxigênio (O), nitrogênio (N).	

**Figura 7:** Simplificações de fórmulas estruturais

Para facilitar a representação das fórmulas estruturais dos compostos orgânicos, podemos simplificar de diversas formas.



Podemos simplificar das seguintes formas:

**Funções orgânicas**

Determinadas substâncias apresentam propriedades muito semelhantes, isso por que possuem grupos funcionais semelhantes.

**TIPOS DE COMBUSTÍVEIS E REAÇÕES DE COMBUSTÃO**

O que são os combustíveis?

Combustível é todo composto capaz de sofrer reação de combustão, que por sua vez gera energia na forma de calor. Nos motores a combustão tem a função de transformar calor em trabalho, ou seja, aproveita o calor liberado na combustão para gerar movimento.

Para que a reação de combustão ocorra, além do combustível é necessária a presença do comburente, que nos automóveis é o oxigênio. No entanto, não basta ter apenas o combustível e o comburente misturados, a reação só inicia quando um ativador entra em contato com eles. Ativador pode ser uma descarga elétrica, que oferece energia suficiente para que a reação de combustão possa iniciar, depois disso a reação se processa sem a necessidade do ativador.

O que faz um combustível ser capaz de fornecer maior ou menor energia durante a combustão é o seu poder calorífico, expresso em quilocaloria por quilograma, que é a quantidade de energia armazenada por ele. Podemos saber qual é o combustível que fornecesse mais energia sabendo seu poder calorífico. Os combustíveis mais comuns nos automóveis, gasolina, álcool, diesel e gás natural, têm um poder calorífico de 9600,6100 kcal/kg.

Existe uma grande preocupação com o futuro dos combustíveis utilizados nos automóveis de origem não renovável, que são a gasolina e o diesel, assim como o gás natural. Esses combustíveis, além de ter um futuro incerto, pois são gerados através da decomposição da matéria orgânica em grandes profundidades, em um processo que dura milhares de anos, produzem gases de combustão danosos ao meio ambiente.

Uma alternativa para substituição dos combustíveis fósseis são os de origem renovável. Esses combustíveis são produzidos a partir da fermentação de determinados vegetais. Na área automotiva, é utilizado o etanol produzido da cana-de-açúcar, que também pode ser produzido a partir de outros vegetais. Nos Estados Unidos, por exemplo, o etanol é produzido em larga escala a partir do milho.

## Reações de combustão

Vamos entender melhor a reação de combustão!

Como já vimos anteriormente, na reação de combustão o combustível reage com o oxigênio (comburente), liberando energia na forma de calor. No entanto, os produtos de reação não são apenas energia, há formação de gases e água na forma de vapor, podem

formar outros produtos além dos citados. As reações de combustão são divididas em completas e incompletas:

- **Combustão completa** – os produtos são o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e água (H<sub>2</sub>O) na forma de vapor, para compostos nitrogenados há também formação de gás nitrogênio (N<sub>2</sub>).

### Exemplo

Reação completa de combustão do metano.



- **Combustão incompleta** – nas reações de combustão incompleta, que são as mais comuns, além do CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> e água, são produzidos gases extremamente nocivos a saúde humana e ao meio ambiente, entre eles se destacam o monóxido de carbono (CO) e os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>).

### Exemplo

Reação incompleta de combustão do metano.



## Entalpia de reação

Toda reação libera energia? Como se mede a energia liberada?

Inicialmente precisamos lembrar que uma reação química ocorre com a transformação de substâncias, os reagentes geram produtos. Todas as substâncias possuem certa

quantidade de energia, que é chamada de entalpia. Se em uma reação os produtos formados possuírem entalpia menor que os reagentes, podemos dizer que essa é uma **reação exotérmica**, pois libera energia. Isso é o que ocorre na combustão, pois o combustível, gasolina, por exemplo, tem entalpia maior que os produtos (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, entre outros).

Se os produtos formados da reação possuírem entalpia maior que os reagentes, temos uma **reação endotérmica**, pois ocorre com a absorção da energia do meio.

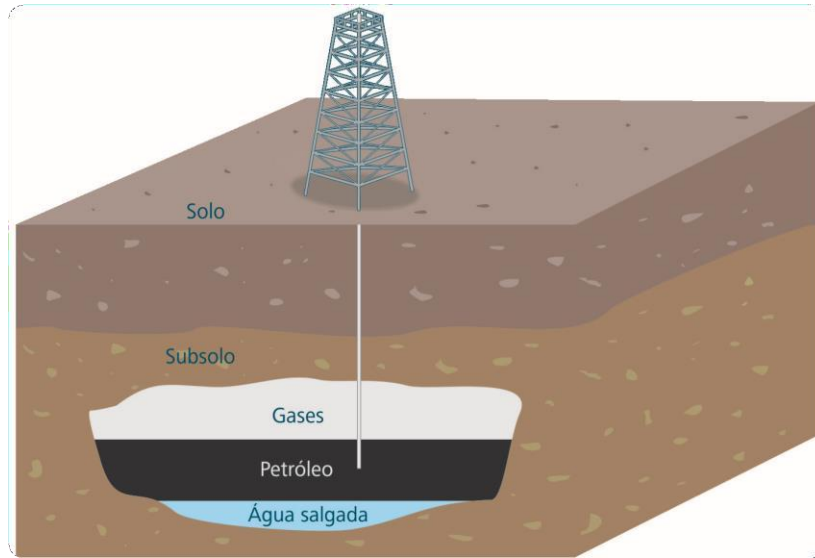
## Petróleo

Qual é a origem dos combustíveis utilizados nos automóveis?

Os principais combustíveis utilizados nos automóveis são gasolina, diesel, Gás Natural Veicular (GNV) e álcool. Desses combustíveis a gasolina, o diesel e o GNV são combustíveis não renováveis já o álcool é renovável. Dentre os não renováveis, a gasolina e o diesel são obtidos do petróleo, enquanto o GNV é oriundo de grandes depósitos subterrâneos.

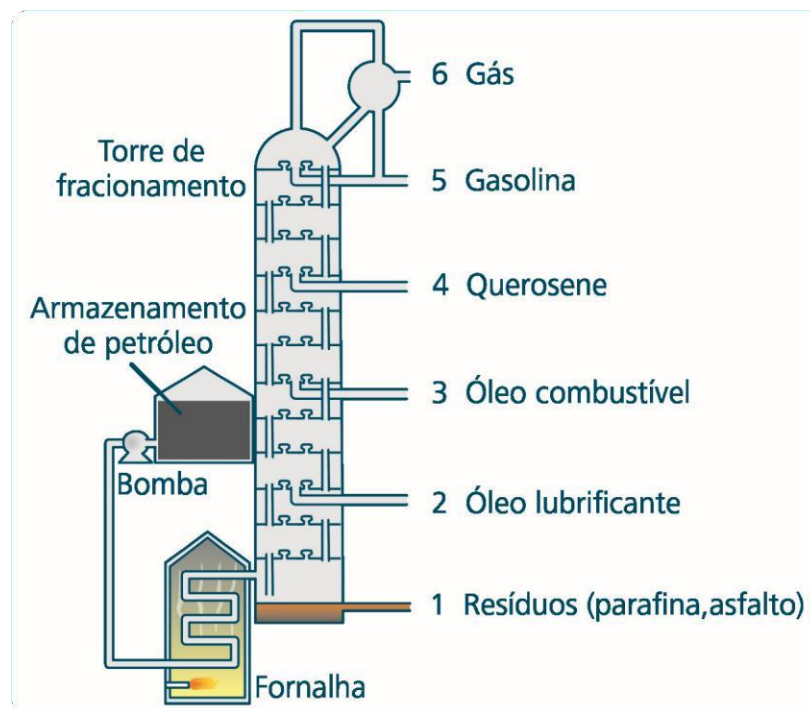
### *O que é o petróleo e para que serve?*

Segundo a teoria atualmente aceita sobre a origem do petróleo, ele é originado da decomposição de animais e vegetais marinhos, soterrados a milhares de anos, devido às altas pressões sofridas por esse material. Por isso ele é encontrado em grandes profundidades, entre uma camada de gases e de água salgada.



**Figura 8:** Extração do petróleo

O petróleo é um líquido escuro, insolúvel em água e menos denso que ela, ele é uma mistura de diversos compostos orgânicos com predominância dos hidrocarbonetos. Após sua extração, ele é tratado para retirar a areia e a água e em seguida segue para um destilador fracionado.



**Figura 9:** Exemplo de funcionamento do petróleo

Na destilação os hidrocarbonetos são separados em frações compreendidas entre determinados pontos de ebulição. As principais frações são:

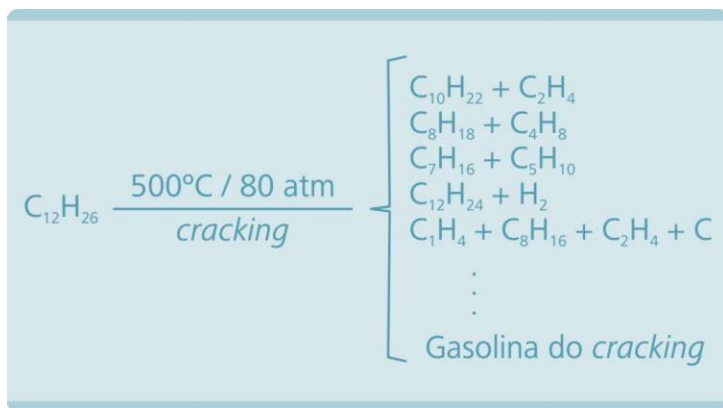
- **Fração gasosa** – gás natural e gás engarrafado (gás de cozinha).
- **Fração gasolina (até 200°C)** – utilizada como combustível de carros com motores a explosão.
- **Fração querosene (200 a 300°C)** – combustível doméstico e de aviões.
- **Fração óleo diesel (250 a 350°C)** – combustível de ônibus, caminhões, caldeiras, etc.
- **Fração óleo lubrificante (350 a 400°C)** – lubrificantes.
- **Resíduos (acima de 400°C)** – parafina, vaselina, asfalto, piche.

**Gasolina**

De que é formada a gasolina e o que a faz ter maior ou menor qualidade?

A gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos cuja média de carbono na cadeia é 8. Ela é a fração do petróleo mais utilizada, no entanto, só representa em média 15 % do petróleo. Por isso foi desenvolvida uma técnica chamada **cracking do petróleo**.

Essa técnica corresponde a submeter hidrocarbonetos de cadeias maiores, presentes nas frações de querosene, óleos lubrificantes, entre outras, a temperatura de aproximadamente 500°C e pressão de 80 atm. Assim, as cadeias são rompidas, produzindo hidrocarbonetos correspondentes aos da fração gasolina.



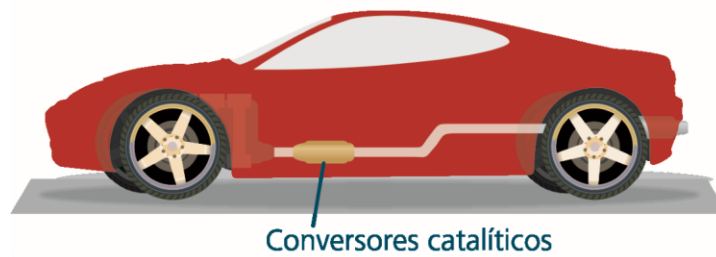
qualidade da gasolina é medida através do seu **índice de octanagem**, que indica sua capacidade a compressão. Isso por que, nos motores de combustão interna, o combustível é submetido a uma compressão juntamente com o ar. Quanto maior for sua resistência a compressão, melhor será sua qualidade e menor o risco de **detonação**, que é a combustão sem a emissão de centelha, o que pode danificar o motor e diminuir sua resistência.

Para calcular o índice de octanagem, são tomados como bases dois hidrocarbonetos: o n-heptano, que tem baixa resistência a compressão, e o isooctano que tem alta resistência, a eles foram atribuídas as octanagens de 0 % e 100 %, respectivamente.

A reação de combustão da gasolina normalmente é incompleta, produzindo além de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e água (H<sub>2</sub>O), gases poluentes como monóxido de carbônico (CO), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>). Devido ao problema da geração de gases poluentes, passou a ser obrigatória a utilização de conversores catalíticos em veículos automotivos vendidos no Brasil a partir de 1997 em decorrência da Lei n.8.723 de 1993.

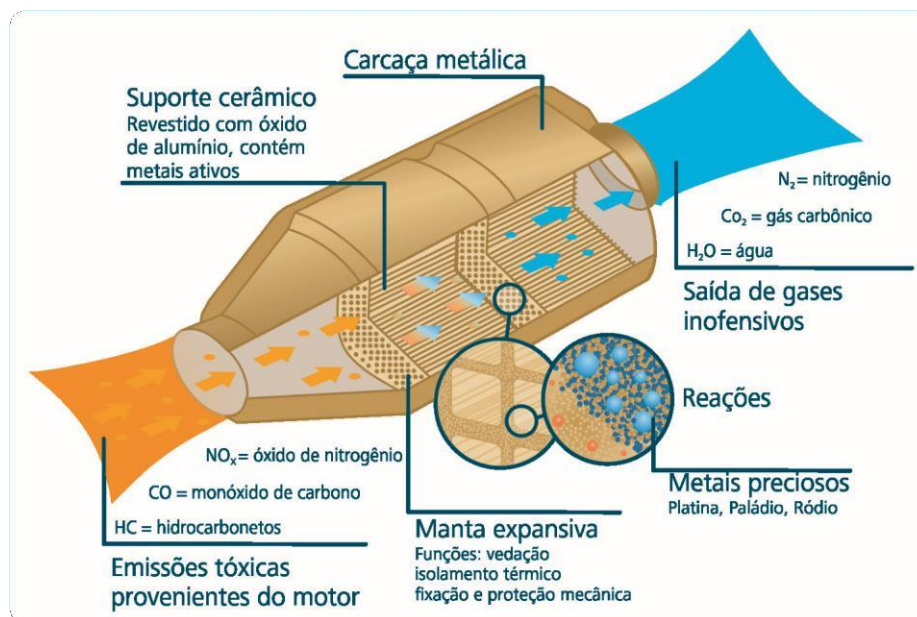
### Conversores catalíticos

Conversor catalítico automotivo é um equipamento que fica instalado no escapamento de um automóvel, sua finalidade é promover reações catalíticas de transformação de gases poluentes em gases não poluentes.



**Figura 10:** Localização do conversor catalítico

Também conhecido como catalisador, a estrutura do conversor catalítico é semelhante a uma colmeia, ela é construída de materiais cerâmicos e metais como paládio, ródio e molibdênio, e uma carcaça de proteção de material metálico. Como falado anteriormente, sua função é facilitar a conversão de gases poluentes como CO e NOx e gases inertes.



**Figura 11:** Estrutura do catalisador

## Tipo de gasolina

Qual é a diferença entre gasolina comum, aditivada e premium?

Inicialmente é importante deixar claro que não é encontrada comercialmente uma gasolina pura, até por que isso pode não ser interessante para os automóveis, devido ao risco de detonação.

A gasolina comum possui cerca de 22 % de etanol anidro, que também tem a função de antidetonante o que aumenta sua octanagem.

Já a gasolina aditivada, além do etanol na mesma porcentagem da comum, possui aditivos do tipo “detergente-dispersante”, a função deles é limpar o sistema por onde passa a gasolina, melhorando assim seu rendimento.

Quanto a gasolina premium, sua octanagem é maior que a da gasolina comum, devido aos aditivos que aumentam sua resistência a compressão. Ela pode ser utilizada em qualquer tipo de motor, porém é melhor aproveitada em motores de alto desempenho.

## Diesel

Como vimos anteriormente óleo diesel é uma fração do petróleo obtido na faixa de temperatura de 250 a 350°C. Ele é composto por hidrocarbonetos cuja cadeia possui entre 6 e 30 átomos de carbono, também possui pequenas quantidades de enxofre e nitrogênio. A concentração de enxofre precisa ser mínima, pois ele produz gases tóxicos (SO<sub>2</sub> e SO<sub>3</sub>), durante a combustão. Hoje são comercializados três tipos de diesel para o setor automotivo no Brasil, são eles:

- **Metropolitano** – utilizados em motores do ciclo diesel para caminhões, ônibus, carretas, utilitários, etc. O limite máximo de enxofre nesse tipo de diesel é de 0,05 %.
- **Interior** – utilizados em motores do ciclo diesel para caminhões, ônibus, carretas, utilitários, etc. No entanto, o limite máximo de enxofre nesse tipo de diesel é de 0,2 % pois não são utilizados nos centros urbanos.
- **Aditivado** – tem a mesma composição e limites máximos de enxofre que os tipos anteriores, mas contem aditivos (dispersantes) que melhoram o desempenho do sistema de alimentação e dos injetores.

## Gás Natural Veicular (GNV)

O gás natural tem a mesma origem do petróleo, decomposição de animais e vegetais marinhos, soterrados a milhares de anos, devido às altas pressões sofridas por esse material. Ele é composto por uma mistura de hidrocarbonetos gasosos, com predominância do metano (CH<sub>4</sub>), etano (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), propano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>), e gases inorgânicos como gás carbônico (CO<sub>2</sub>), gás nitrogênio (N<sub>2</sub>) e gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S). Ele é um combustível pouco poluente, pois apresenta baixa formação de contaminantes durante o processo de combustão.

A utilização desse tipo de combustível sofreu um aumento nos últimos anos devido ao seu baixo consumo, o que gera uma economia que pode chegar a 60 %, quando comparada a gasolina. No entanto, normalmente os carros devem ser adaptados para rodar com esse tipo de combustível.

## Álcool combustível

Devido a questões ambientais de controle da poluição atmosférica, pois ele não gera poluentes durante a combustão, e questões econômica, relacionadas ao risco de esgotamento dos combustíveis de fontes não renováveis, o álcool combustível é um importante alternativa. No Brasil o álcool comercializado é uma mistura de 95 % de etanol e 5 % de água.

O álcool no Brasil é produzido a partir da cana-de-açúcar, em um processo que envolve sua prensagem para obtenção de um caldo, que depois é fermentado e destilado para extração do etanol.

Reação de combustão do etanol:



## DINÂMICA

Por que um passageiro em pé em um ônibus pode cair se o motorista acelerar bruscamente? Por que se um ônibus frear bruscamente os passageiros são projetados para frente?

Essas perguntas podem ser explicadas através do estudo da dinâmica, área da física que estuda as relações entre força e movimento. A força resulta da interação entre corpos, quando um corpo aplica uma força em outro pode provocar alteração no movimento do corpo e/ou sua deformação. Por exemplo, quando uma pessoa empurra um automóvel enguiçado, faz com que ele comece a se movimentar.

A dinâmica começou a ser estudada pelo filósofo grego Aristóteles, ele acreditava que para manter um objeto em movimento ao longo de um plano horizontal era necessária a ação de uma força. No entanto, já no século XVII Galileu demonstrou que Aristóteles estava errado, ao provar que se um corpo está em repouso continuará nesse estado até que uma força seja aplicada sobre ele.

Mais tarde o cientista Isaac Newton, tomando como base os estudos de Galileu, formulou o que ficou conhecido como as três leis fundamentais do movimento, conhecidas como as leis de Newton. São elas:

- a) Princípio da inércia ou primeira lei de Newton.
- b) Princípio fundamental da dinâmica ou segunda lei de Newton.
- c) Princípio da ação e reação ou terceira lei de Newton.

## PRIMEIRA LEI DE NEWTON

A primeira lei de Newton ou **princípio fundamental da inércia** diz que “todo corpo tende a manter seu estado de repouso (velocidade zero) ou movimento retilíneo uniforme (velocidade constante), a menos que uma força atue sobre ele”

Vamos responder as perguntas:

- a) Por que um passageiro em pé em um ônibus pode cair, para trás, se o motorista acelerar bruscamente?



### Ônibus acelera para frente e o passageiro cai para trás

- b) Por que se um ônibus frear bruscamente os passageiros são projetados para frente?



### Ônibus freia e o passageiro é projetado para frente

#### Resposta

Ambos os casos são explicados pela primeira lei de Newton, pois quando o ônibus está em movimento retilíneo uniforme, aceleração igual a zero, os passageiros seguem na mesma velocidade do ônibus, quando ele sofre alteração no movimento, os passageiros tendem a manter a velocidade que estavam.

Para primeira questão, quando o motorista acelera a velocidade do ônibus aumenta bruscamente, mais os passageiros tendem a manter a velocidade anterior, sendo projetados para trás.

Já na segunda questão, quando o motorista freia a velocidade do ônibus reduz bruscamente, mais os passageiros tendem a manter a velocidade anterior, sendo projetados para frente.

### Referencial de inércia

Os passageiros de um ônibus em movimento estão em movimento?

Isso depende do seu referencial de inércia, que é o referencial sobre o qual analisamos se o corpo está em movimento ou em repouso. Vejamos as respostas a seguir:

Referencial de inércia é o ponto ao qual nos referimos para dizer se um corpo está em movimento ou repouso.

Tomando como referencial de inércia o motorista do ônibus em movimento, podemos dizer que os passageiros estão em repouso, pois a velocidade deles é zero em relação ao motorista. No entanto, esses passageiros estarão em movimento em relação a um poste.

### SEGUNDA LEI DE NEWTON

A segunda lei de Newton ou **princípio fundamental da dinâmica** define que: A força resultante é proporcional ao produto da massa pela aceleração.

$$F = m \times a$$

Onde:

F = força resultante

m = massa

a = aceleração

No Sistema Internacional (SI), a força é expressa em Newton (N), a massa em quilo grama (kg) e a aceleração em metros por segundo ao quadrado ( $m/s^2$ ).

### Relação da segunda lei de Newton e o peso de um corpo

Você sabia que o peso de uma pessoa na terra é maior que o peso dessa mesma pessoa na lua? Sabe por quê?

planetas, satélites ou estrelas, exercem uma força sobre os corpos que estão próximos a eles conhecida como **força peso**. Calculamos a força peso (**P**) utilizando a segunda lei de Newton.

Para isso precisamos lembrar que segundo estudos realizados por Galileu, que chegou a conclusão que, desprezando a resistência do ar, os corpos caem com a mesma aceleração, a qual chamou de **aceleração gravitacional (g)**. Assim temos a seguinte correlação com a segunda lei de Newton:

$$F = m \times a$$
$$P = m \times g$$

## TERCEIRA LEI DE NEWTON

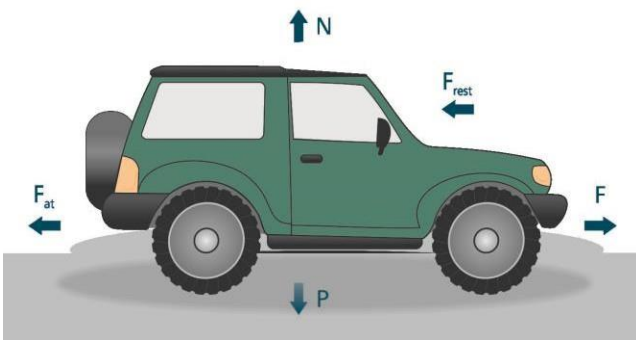
Talvez a terceira lei de Newton seja a mais conhecida de população, pelo menos o seu fundamento. Quem nunca ouviu falar cada ação provoca uma reação? Esse é o princípio básico dessa lei, que também é conhecida como **princípio da ação e reação**.

A terceira lei de Newton ou princípio da ação e reação diz que se um corpo x exerce uma força  $F_{xy}$  sobre um corpo y, o corpo y exerce uma força  $F_{yx}$  sobre um corpo x, que tem o mesmo módulo, mesma direção e sentidos opostos.

## Quais são as forças que agem sobre um automóvel?

Quando o automóvel está em movimento existem as seguintes forças atuando sobre ele:

- Força peso ( $P$ ) – é a força de atração da terra.
- Força normal ( $N$ ) – é a reação do solo à compressão que o automóvel exerce sobre ele.
- Força no sentido horizontal para frente ( $F$ ).
- Força de atrito ( $F_{at}$ ), no sentido horizontal para trás.
- Força de resistência do ar ( $F_{rest}$ ), no sentido horizontal para trás, gerada como reação a força de deslocamento no sentido horizontal para frente.



**Forças que agem sobre um corpo**

## MECÂNICA DOS FLUIDOS

Mecânica dos fluidos é a área da física que estuda o comportamento físico dos fluidos e as leis que regem seu comportamento.

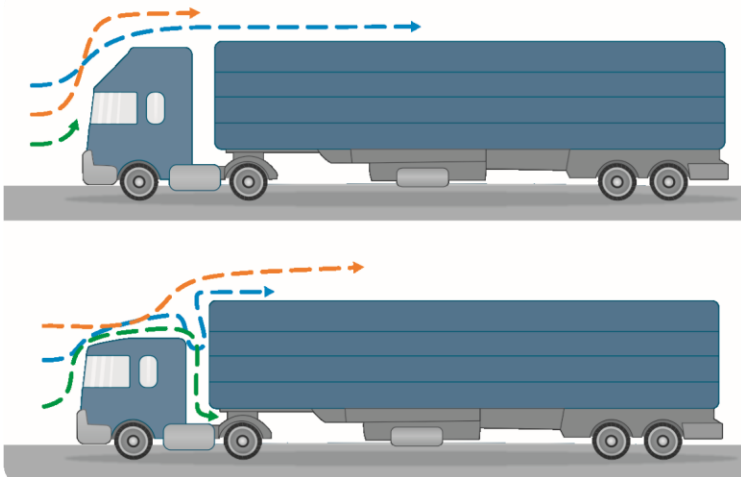
Inicialmente é importante lembrar as características dos fluidos, que são os líquidos e os gases.

- **Líquidos** – tem volume definido e não é compressível.

- **Gases** – não tem volume definido, ocupando toda área do recipiente onde está contido, e é compressível.

Na área automotiva o conhecimento da mecânica dos fluidos é fundamental, pois nos automóveis existem diversos líquidos e gases fundamentais para o bom funcionamento dos automóveis.

Na concepção do projeto de um automóvel deve ser levada em consideração a aerodinâmica para se definir a capacidade dele superar a resistência do ar. A aerodinâmica afeta o desempenho, estabilidade e consumo do automóvel. Um exemplo da importância desse estudo pode ser exemplificado no uso do aerofólio nos caminhos de carga, o que, entre outros benefícios, reduz o consumo de combustível e o desgaste dos pneus.



**Figura 12:** Representação do deslocamento de automóveis diferentes em um fluido (ar)

Existem algumas propriedades que devem ser consideradas no estudo da mecânica dos fluidos, são elas: densidade, viscosidade e pressão.

## DENSIDADE

No cotidiano vemos muitos exemplos da importância da densidade como propriedade específica dos materiais. Ela explica o fato do óleo ficar sobre a água e não ao contrário,

um grande transatlântico flutuar e uma pequena esfera de chumbo afundar, entre tantas outras coisas.

A densidade de um corpo é a razão da massa desse corpo (m), em grama (g), pelo seu volume (v), em cm<sup>3</sup>.

$$d = \frac{m}{v}$$

## VISCOSIDADE

A viscosidade é a propriedade de um fluido que se refere a sua capacidade de fluir, escorrer. Se compararmos a viscosidade da água a do óleo, veremos que a água escorre mais facilmente que o óleo, por isso podemos dizer que a água é menos viscosa que o óleo.

A viscosidade é inversamente proporcional à temperatura, isso significa quanto maior a temperatura, menor será a viscosidade.

Na área automotiva, saber a viscosidade dos óleos lubrificantes é fundamental, pois dependendo das características de cada peça, ela deve ser maior ou menor. O óleo lubrificante cria uma película nas peças por onde passa, que deve ser mantida constantemente.

Como exemplo da importância da escolha adequada do óleo lubrificante, podemos citar algumas características dos motores que devem ser levadas em consideração na escolha do lubrificante, entre elas temos:

- **Velocidade** – quanto maior for a rotação do motor menor deve ser a viscosidade do óleo, isso facilita o movimento.

- **Pressão** – a viscosidade o lubrificante é diretamente proporcional a carga do motor, quanto maior for a carga maior deve ser viscosidade.
- **Temperatura** – como a viscosidade é inversamente proporcional a temperatura, quando o motor está muito quente a película lubrificante pode ser rompida, danificando as peças, por isso é fundamental ter um óleo que em altas temperaturas mantenha uma boa viscosidade, assim como em baixas temperaturas não fique com excessiva viscosidade.

## PRESSÃO

Você sabia que vivemos sob pressão? Pois é, estamos sobre a ação da pressão atmosférica, que ao nível do mar é igual a 1 atm.

Bem, pressão é a força resultante que age sobre uma unidade de área de um objeto.



### Representação da pressão

Pressão é a força que age sobre um objeto, dividida pela área do objeto.

$$P = \frac{F}{A}$$

Onde:

$P = \text{N/m}^2$  que é igual a pascal (Pa)  $F = \text{N}$

$A = \text{m}^2$

Nosso exemplo da aplicação do conhecimento sobre pressão na área automotiva é a necessidade da correta calibração dos pneus. Isso pode ser observado nas recomendações de calibração que são apresentadas no manual do proprietário, disponibilizados pelas montadoras. Cada montadora indica quais são as pressões recomendadas para cada determinada quantidade de passageiros ou de carga.

Isso mostra que a pressão dos pneus deve ser suficiente para suportar a pressão exercida sobre eles.

Além da unidade  $N/m^2$  ou Pa, podem ser usadas as seguintes unidades:

- Atmosfera (atm).
- Torricelli (torr).
- Quilograma-força por centímetro quadrado ( $kgf/cm^2$ ).
- Libra por polegada quadrada ( $lb/in^2$ ) chamada também psi (pound per square inch).
- Bar.
- Milímetro de mercúrio (mmHg).

Temos o Quadro de conversão de pressão:

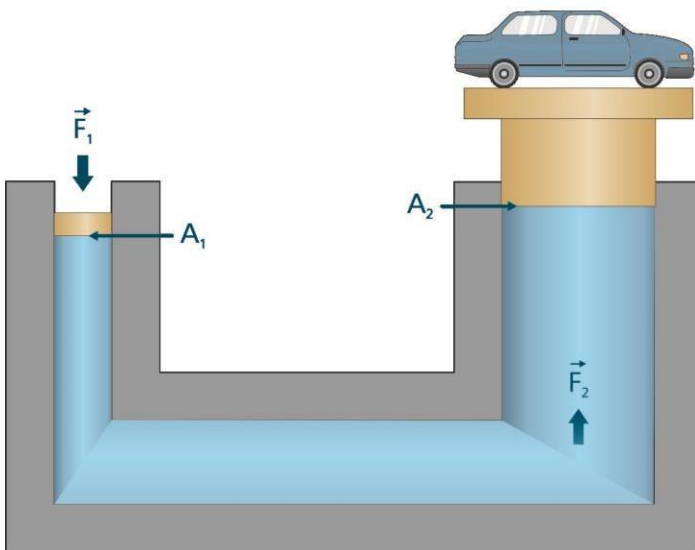
<b>Quadro -Conversão de unidades –pressão</b>				
	<b>atm</b>	<b>psi</b> ( $lb/in^2$ )	$kgf/cm^2$	<b>bar</b>
<b>atm</b>	1	14,6959	1,033	1,01325
<b>psi</b> ( $lb/in^2$ )	0,068	1	0,07031	0,06895
$kgf/cm^2$	0,96778	14,2234	1	0,98

<b>bar</b>	0,9869	14,5	1,02	1
<b>mmHg (Torricelli)</b>	0,001315789	0,01933677	0,00135951	0,001333224
<b>mH2O</b>	0,09678	1,42234	0,1	0,0980872
<b>in.Hg</b>	0,03342	0,49119	0,03453	33900
<b>pascal (Pa)</b>	9,869E-06	0,000145038	1,02E-05	0,00001
	<b>mmHg (Torricelli)</b>	<b>mH2O</b>	<b>in.Hg</b>	<b>pascal (Pa)</b>
<b>atm</b>	760	10,33	29,92	101325
<b>psi (lbf/in<sup>2</sup>)</b>	51,71	0,70307	2,04	6894,8
<b>kgf/cm<sup>2</sup></b>	735,514	10	28,9572	98066,5
<b>bar</b>	750,061	10,195	29,53	10000
<b>mmHg (Torricelli)</b>	1	0,0136	0,03937	133,3224
<b>mH2O</b>	73,5514	1	2,89572	9803,1176
<b>in.Hg</b>	25,4	0,34534	1	3386,5
<b>pascal (Pa)</b>	0,007500617	0,0001	0,000295	1

### Tabela de conversão de unidades

### PRINCÍPIO DE PASCAL

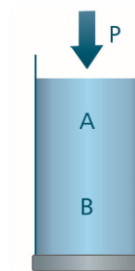
Você já observou o funcionamento de um elevador hidráulico, daqueles que existem em oficina automotiva e em posto de combustível? Vejamos uma representação da sua estrutura:



**Figura 13:** Elevador hidráulico

O elevador hidráulico é baseado nos estudos de Blaise Pascal (1623-1662), filósofo, físico e matemático francês. Pascal concluiu que o acréscimo de pressão em um líquido homogêneo e em repouso, transmite-se integralmente a todos os pontos do líquido.

Por exemplo, se em um tubo fechado em uma extremidade, aplicarmos uma pressão de  $0,1 \text{ N/m}^2$  na extremidade oposta, todos os pontos do líquido sofrerão o mesmo acréscimo de pressão. Considerando que os pontos A e B possuíam pressão de  $0,3 \text{ N/m}^2$  e  $0,6 \text{ N/m}^2$ , respectivamente, passarão a ter pressões de  $0,4 \text{ N/m}^2$  e  $0,7 \text{ N/m}^2$ .



**Figura 14:** Distribuição da pressão entre dois pontos

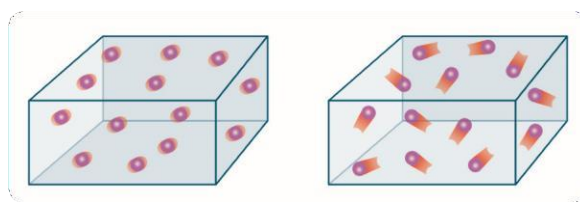
Lembrando que pressão é a razão da força sobre a área e considerando o conceito da hidrostática que a pressão aplicada em um ponto de um líquido homogêneo transmite-se integralmente a todos os pontos do líquido, temos:

$$P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

## TÓPICOS DE TERMOLOGIA

Termologia é a área da física que estuda os fenômenos relacionados ao calor, que vai desde o aquecimento de um corpo até a mudança de estado. É comum confundir calor com temperatura, vejamos as definições:

- **Calor** – é o fluxo de energia entre os corpos.
- **Temperatura** – é o grau de agitação das moléculas ou átomos de um
- corpo.



**Figura 15:** Diferença de agitação dos átomos ou moléculas

Não medimos o calor de um corpo, podemos aferir o nível do fluxo de energia (calor) analisando a alteração do nível da agitação das moléculas ou átomos dos corpos

envolvidos. Essa medida da agitação nos fornece a energia do corpo através de escalas específicas de temperatura, dentre as quais, são as mais comuns: Celsius, Kelvin e Fahrenheit.

Existem três formas de propagação de calor, condução, convecção e radiação. Em ambas, um material perde energia enquanto outro ganha. Quando um corpo ganha energia, seus átomos ou moléculas aumentam a agitação provocando a dilatação do corpo, no entanto, o corpo que perde energia tende a sofrer contração, devido à redução a agitação dos seus constituintes.

### A medida da temperatura

O que possibilitou a criação de instrumentos de mediação de temperatura, foi a propriedade de algumas substâncias sofrerem expansão ou contração com o aumento ou redução da temperatura, respectivamente, essas substâncias são chamadas de termométricas. Entre essas substâncias se destaca o mercúrio, que é uma das mais utilizadas nos termômetros de vidro.

O termômetro é o equipamento que serve para medir a temperatura. Ele é construído utilizando substâncias termométricas ou materiais bastante sensíveis a variação de temperatura, baseado em uma escala termométrica, que entre as mais conhecidas estão a **Celsius, Kelvin e Fahrenheit**.

- **Escala Celsius** – utiliza como referência de  $0^{\circ}\text{C}$  a temperatura de congelamento da água e de  $100^{\circ}\text{C}$  a temperatura de ebulição da água, ambas sob pressão normal.
- **Escala Fahrenheit** – utiliza como referência de  $0^{\circ}\text{F}$  a temperatura de uma mistura de gelo e cloreto de amônia e de  $100^{\circ}\text{F}$  a temperatura do corpo humano.

Para fins de conversão da temperatura em **Celsius para Fahrenheit**, consideramos a relação:

$$0^{\circ}\text{C} = 32^{\circ}\text{F}$$

$$100^{\circ}\text{C} = 212^{\circ}\text{F}$$

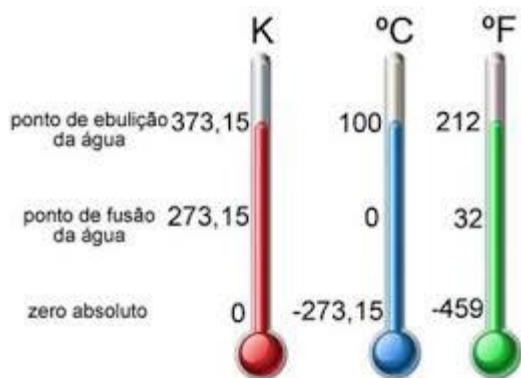
- **Escala Kelvin ou escala absoluta** – utiliza como referência de 0K a temperatura do menor estado de agitação de qualquer molécula. Para essa escala não se utiliza o termo “grau (°)”.

$$-273^{\circ}\text{C} = 0\text{K}$$

$$0^{\circ}\text{C} = 273\text{K}$$

$$100^{\circ}\text{C} = 373\text{K}$$

Para fins de conversão da temperatura em **Celsius para Kelvin**, consideramos a relação:



**Figura 16:** principais escalas termométricas

### A medida do calor

Inicialmente vamos lembrar que calor não é uma propriedade e sim a energia em fluxo. Quando um material entra em contato com outro que possui menor temperatura, por exemplo, poderá ocorrer uma transferência de energia na forma de calor.

Podemos medir o calor, ou a quantidade de energia que fluiu, de forma indireta, pois sabemos que um material irá sofrer redução de temperatura e outro terá sua temperatura elevada. Dependendo da quantidade de calor que um corpo recebe, pode ocorrer apenas a alteração de temperatura; nesse caso o calor recebido é chamado de calor sensível. Se acarretar uma mudança de estado físico, o calor recebido pelo corpo é chamado calor latente.

- **Calor sensível** – é quando o corpo apenas aumenta a temperatura.
- **Calor latente** – quando o corpo muda de estado físico.

### Capacidade térmica

Toda substância precisa receber a mesma quantidade de calor para aumentar a temperatura?

Cada substância precisa receber uma determinada quantidade de calor para poder aumentar a temperatura. Para determinar qual é a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura do corpo devemos considerar sua capacidade térmica, que é a quantidade de calor que um corpo precisa ganhar ou perder para alterar sua temperatura em 1°C.

A capacidade térmica é o quociente entre a quantidade de calor recebida e a variação de temperatura que ocorre no corpo:

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

Onde:

C = capacidade térmica (cal/°C)

Q = quantidade de calor recebida (cal)

$\Delta T$  = variação de temperatura (°C)

Quando queremos saber qual é a quantidade de calor que um grama de uma substância precisa ganhar ou perder para sofrer uma variação de temperatura em 1°C, utilizamos o calor específico, que é o quociente entre a capacidade térmica e a massa da substância.

$$c = \frac{C}{m}$$

Onde:

c = calor específico (cal/g.°C)

C = capacidade térmica (cal/°C)

m = massa (g)

### Propagação de calor

Existem três formas de propagação do calor, são elas: condução, convecção e radiação.

#### Propagação de calor por condução

Ocorre pelo contato direto entre dois corpos, nesse contato as moléculas do corpo com maior energia, mais quente, colidem com as do corpo com menor energia, ocorrendo assim a transferência de energia por condução.

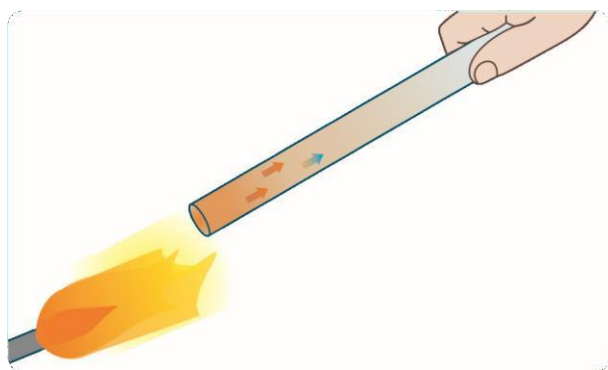
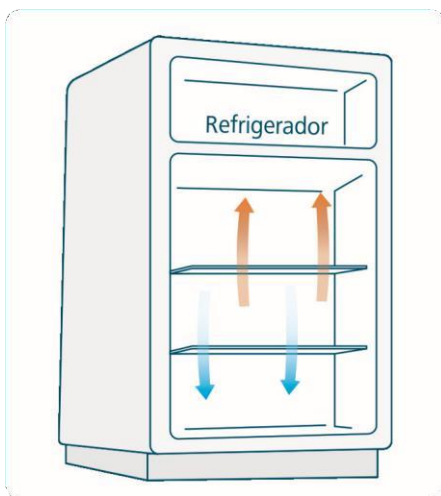


Figura 17: Propagação de calor por condução

### Propagação de calor por convecção

Ocorre nos fluidos, líquidos e gases, onde as moléculas mais quentes se expandem e sobem fazendo as mais frias descerem, isso gera um fluxo de moléculas nos fluidos.

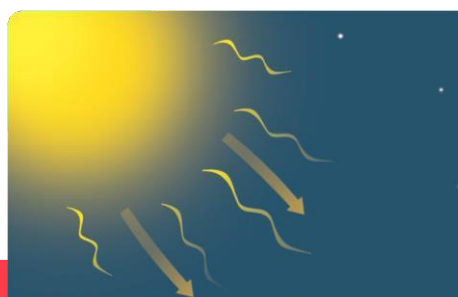
Nas geladeiras ocorre esse tipo de transferência de calor, por isso normalmente a parte mais fria, congelador, fica na parte mais elevada. Nela o ar que está na parte de baixo fica mais quente e sobe, fazendo o que está na parte de cima descer, com isso é gerada uma corrente de ar, onde o calor flui por convecção.



**Figura 18:** Propagação de calor por convecção

### Propagação de calor por radiação

Ocorre quando o calor é transmitido por ondas eletromagnéticas. Nesse caso não é necessário que haja contato entre os corpos para acontecer a transferência de calor, ou seja, esse tipo de propagação pode ocorrer no vácuo. Um exemplo disso é o fato da terra, mesmo estando muito distante do sol, ser aquecida pelo efeito da radiação solar.



**Figura 19:** Propagação de calor por radiação

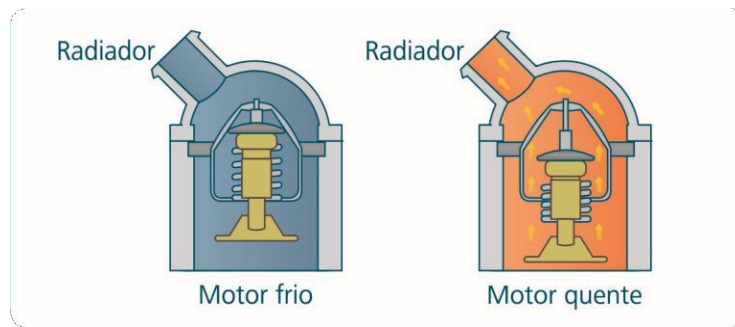
### Dilatação térmica dos sólidos e líquidos

Toda substância, em temperatura ambiente tem um certo nível de agitação das moléculas ou átomos, isso faz com que os sólidos e líquidos possuam um determinado volume em temperatura ambiente. No entanto, quando a temperatura aumenta ou diminui a substância pode sofrer dilatação ou contração, respectivamente.

Na dilatação, devido ao aumento da energia, a agitação das moléculas aumenta, fazendo os espaços entre elas aumentarem. Já na contração, as moléculas ficam menos agitadas, devido à diminuição da energia, passando a ocupar um espaço menor.

A água, uma exceção a essa regra, pois quando a temperatura fica inferior a 4°C ela sofre dilatação. Isso ocorre porque as moléculas de água adquirem uma estrutura cristalina que faz seu volume aumentar.

A propriedade de dilatação dos líquidos é utilizada na estrutura do termômetro de mercúrio. Na área automotiva, essa propriedade é utilizada na válvula termostática, que é uma peça que impede a passagem do fluido de arrefecimento quando o motor está frio, mas quando o motor aquece, uma cera que fica no interior do termostato se expande, empurrando uma haste que abre a passagem do líquido para o motor.



**Figura 20:** Dilatação térmica no termostato

## ESTUDO DOS GASES

Aprendemos que existem três grandezas que determinam o estado de um gás, são elas: pressão (P), temperatura (T) e volume (V). Essas grandezas são chamadas de variáveis de estado. Para uma determinada massa sofrer alteração é necessário que pelo menos uma dessas variáveis sofra alteração. Isso pode ser analisado observando a equação de Clapeyron, que é a equação dos gases perfeitos:

$$P \times V = n \times R \times T$$

Onde:

P = pressão (atm)

V = volume (dm<sup>3</sup> ou L)

n = número de mols do gás (mol)

R = constante dos gases perfeitos

T = temperatura (K)

Considerando que estamos trabalhando com uma mesma porção de gás, ou seja, número de mol (n) constante, podemos reescrever a equação da seguinte forma:

$$n \times R = \frac{P \times V}{T}$$

Quando essa porção de gás sofre alguma alteração  $nR$  permanece constante, podemos então representar como:

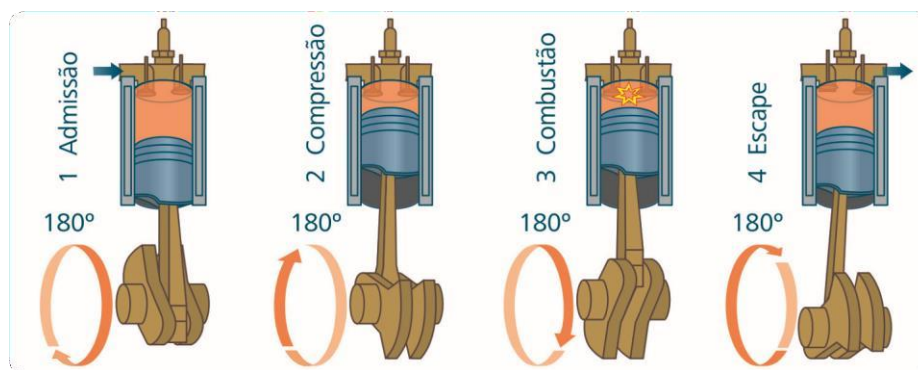
$$\frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2}$$

Podemos concluir que quando a pressão varia deve ocorrer alteração no volume ou na temperatura, para que  $n \times R$  permaneça constante.

### **Aplicação do estudo dos gases no motor de quatro tempos**

O motor de quatro tempos, utilizado para gasolina, álcool ou gás, é um exemplo de aplicação do estudo dos gases. Nele pode ser observado que quando uma determinada massa de gás é comprimida, diminuindo assim o volume ( $V$ ), sua pressão ( $P$ ) e temperatura ( $T$ ) aumentam. Esse aumento da temperatura e pressão podem levar a detonação, que estudamos.

Vamos observar agora como funciona esse tipo de motor:



**Figura 21:** Funcionamento do motor de quatro tempos

No **1º tempo** ocorre a admissão do ar através da descida do pistão, criando um vácuo no interior do cilindro. Neste momento entra a mistura ar e combustível no cilindro pela

abertura da válvula de admissão, no entanto a válvula de escape permanece fechada. Nesse momento a pressão da mistura de ar e combustível é a pressão atmosférica.

No **2º tempo** as válvulas de admissão e escape ficam fechadas e o pistão sobe comprimindo a mistura ar-combustível. Com a redução do volume a pressão e a temperatura aumentam.

No **3º tempo** ocorre uma explosão devido a faísca gerada pela vela, neste momento a temperatura aumenta bruscamente devido combustão da mistura ar- combustível, a pressão também aumenta, devido a geração de gases na combustão, isso impulsionam o pistão para baixo.

No **4º tempo** a válvula de escape é aberta e o pistão sobe, expulsando os gases gerados na combustão e fazendo a pressão interna cair para próximo da pressão atmosférica. Por fim o sistema está pronto para recomeçar o ciclo.

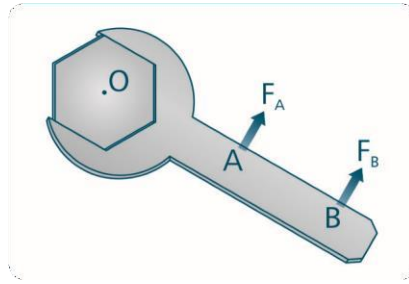
### ***Equilíbrio dos sólidos***

O movimento está intimamente ligado com a dinâmica do planeta, na verdade não só do nosso planeta, mas de todo universo. Estudaremos a área da física que descreve o movimento sem se preocupar com as causas. Esta área é chamada de **cinemática**. Nesta área existem dois tipos de grandezas denominadas de grandezas escalares e grandezas vetoriais.

As grandezas escalares possuem apenas intensidade, sendo necessário apenas saber o seu valor numérico. Este caso, não é necessário saber o sentido e a direção para compreender o movimento. Já as grandezas vetoriais necessitam não só da intensidade, mas da direção e sentido para ser possível compreender o movimento.

### ***Momento de uma força ou torque***

Imagine ter que tirar os parafusos das rodas do automóvel utilizando uma alavanca. Em que situação teria que empregar maior força, na área mais próxima do parafuso (A) ou na



mais distante (B).

**Figura 22:** Diferença de posição de aplicação da força

Podemos observar que é mais fácil girar o parafuso aplicando a mesma força que aplicaria em A no ponto B. Podemos concluir que quanto mais longe o eixo de rotação O, mais fácil será girar o parafuso.

Momento de uma força ou torque de uma força  $F$  em relação a um ponto  $O$ , que é o polo, é o produto entre a intensidade dessa força pela distância  $d$  do ponto

$O$ . Considerando que o torque é uma grandeza vetorial, temos:

$$T = \pm F \times d$$

Onde:

$T$  = torque (N/m)

$F$  = força (N)

$d$  = distância (m)

Quando o sinal do torque é positivo, o movimento ocorre no sentido anti- horário, e se negativo o movimento se dá no sentido horário.

## TÓPICOS APLICADOS DE VETORES

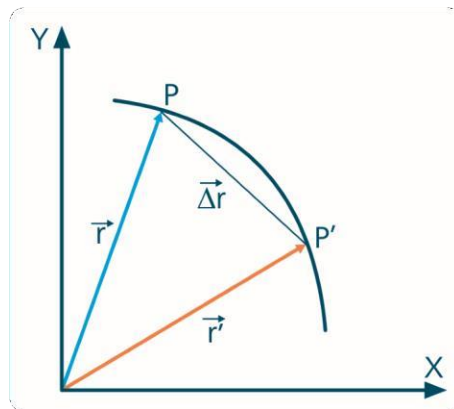
Como já falamos anteriormente existem grandezas que não necessitam de direção e sentido para caracterizar o movimento, precisa apenas da intensidade. Por exemplo, quando dizemos que um automóvel pesa 1000 kg, não precisamos de mais informação para saber a massa dele. Quando dizemos que distância de um determinado lugar a outro é 100 km, a informação já está completa.

No entanto, quando dizemos que determinado veículo percorreu 100 km, falta a informação do sentido e da direção desse automóvel. Poderíamos dizer que esse automóvel percorreu 1 km no sentido Recife-Caruaru. Esse é um tipo de grandeza que necessita, além da intensidade, da direção e sentido, logo podemos dizer que é uma grandeza vetorial.

As grandezas vetoriais têm módulo, direção e sentido. Algumas dessas grandezas são: força, aceleração, velocidade. Essas grandezas são sempre indicadas por flechinhas em cima da letra. Para caracterizar as grandezas vetoriais precisamos compreender os seguintes vetores, que estão baseados nos eixos cartesianos: vetor posição, vetor deslocamento, vetor velocidade e vetor aceleração.

### Vetor posição ( $r$ )

O vetor posição indica a localização do corpo dentro do plano cartesiano. A partir dele podemos observar o movimento de um corpo através da mudança do vetor posição. Na representação da mudança de posição do corpo, o vetor que indica essa alteração sempre parte da origem do plano cartesiano. Observe a Figura 7.2.



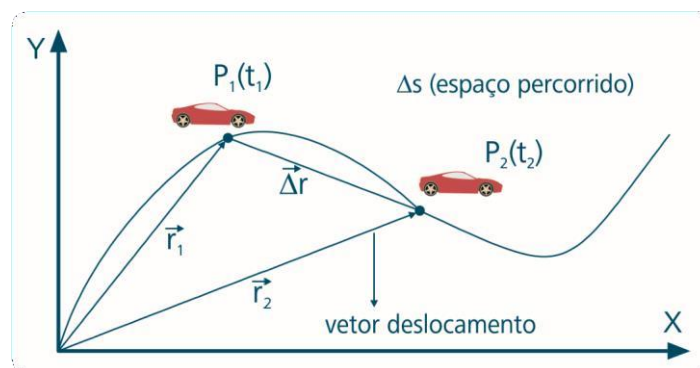
**Figura 23:** Representação do vetor posição



### Vetor deslocamento ( $\Delta r$ )

O vetor deslocamento indica o deslocamento do corpo partindo da origem ao ponto onde o corpo se encontra independente da trajetória.

Por exemplo, considere um carro saindo do ponto  $P_1$  e se deslocando até o ponto  $P_2$ . O vetor deslocamento será o vetor ( $\Delta r$ ) que parte do ponto  $P_1$  para o ponto  $P_2$ .



**Figura 25:** Representação do vetor deslocamento

### Vetor velocidade

→                      →

É o quociente do vetor deslocamento ( $\Delta r$ ), pelo tempo ( $\Delta t$ ) gasto para realizar esse deslocamento. Esse vetor tem o mesmo sentido e direção do vetor deslocamento ( $\Delta \vec{r}$ ).

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

### Vetor aceleração

O vetor aceleração média ( $\vec{a}_m$ ) é o quociente da variação da velocidade ( $\Delta \vec{v}$ ) pela variação do tempo ( $\Delta t$ ).

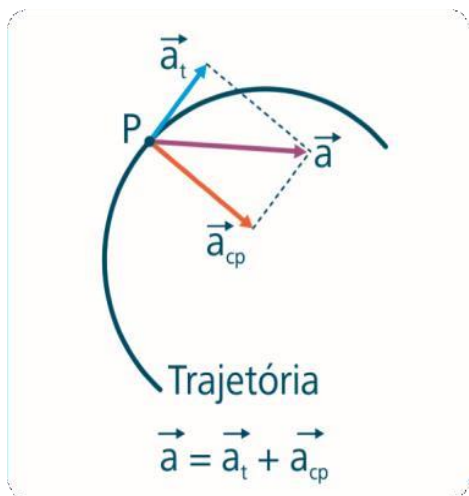
$$\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

O vetor aceleração média possui a mesma direção e o mesmo sentido do vetor que representa a velocidade média.

A velocidade ( $v$ ) pode variar em intensidade e em direção, logo, o vetor aceleração de um automóvel, num certo instante, é decomposto em duas acelerações perpendiculares:

- **Aceleração tangencial ( $a_t$ )** – indica a variação da intensidade de  $v$ .
- **Aceleração centrípeta ( $a_{cp}$ )** – indica a variação da direção de  $v$ .

Sabemos a aceleração instantânea de um corpo através da **soma vetorial da aceleração tangencial e da centrípeta**.

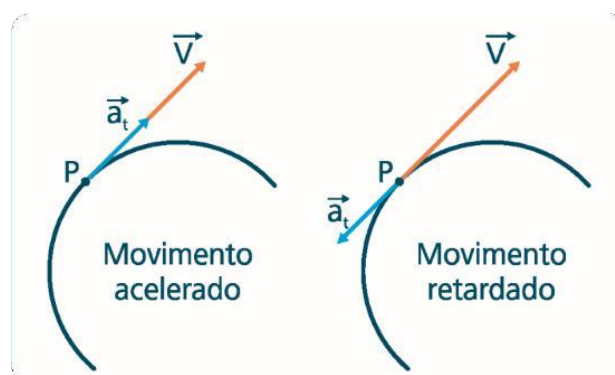


**Figura 26:** Representação do vetor aceleração

### Aceleração tangencial

É o vetor que possui direção tangente a trajetória e é o componente do vetor aceleração responsável pela variação do módulo ou intensidade do vetor velocidade. O sentido desse vetor pode ser:

- O mesmo do vetor velocidade, se o movimento for acelerado.
- Contrário ao do vetor velocidade, se o movimento for retardado.

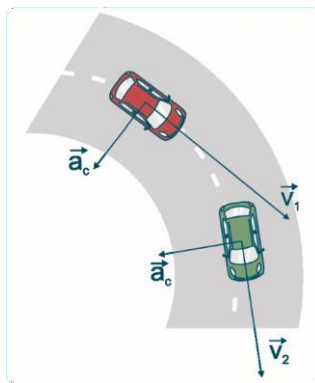


**Figura 27:** Representação da aceleração tangencial

## Aceleração centrípeta

Você certamente já ouviu falar que um automóvel passou direto na curva. Isso pode ocorrer por diversos motivos desde a pista molhada até o pneu careca. No entanto, um desses fatores é extremamente relevante, que é o excesso de velocidade.

Isso pode ser explicado através do estudo da aceleração centrípeta, que é o vetor responsável pela mudança de direção em uma trajetória circular. A direção desse vetor é perpendicular ao vetor velocidade e seu sentido é para o centro da curva.



**Figura 28:** Representação da aceleração centrípeta

Quando o movimento é retilíneo o vetor aceleração centrípeta é nulo, pois ele só existe nos casos de movimento curvilíneo. A aceleração centrípeta é encontrada utilizando a seguinte fórmula:

$$\vec{a} = \frac{v^2}{r}$$

Onde:

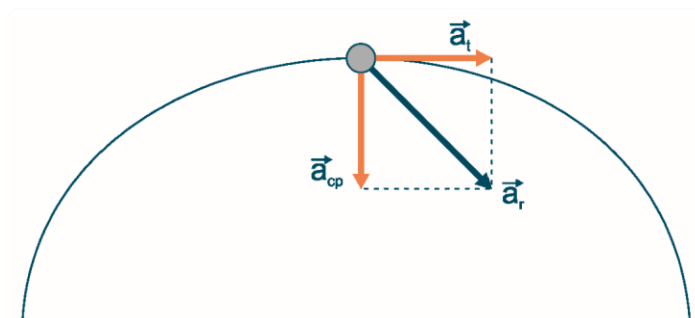
$a$  = aceleração centrípeta (m/s<sup>2</sup>)

$v$  = velocidade escalar (m/s)

$r$  = raio da circunferência (m)

## Aceleração resultante

A aceleração resultante é obtida através da soma vetorial da aceleração tangencial e da aceleração centrípeta.



**Figura 29:** Representação da aceleração resultante

A intensidade dessa aceleração pode ser encontrada utilizando o Teorema de Pitágoras no triângulo retângulo em destaque na Figura.

$$\vec{a}^2 = \vec{a}_t^2 + \vec{a}_{cp}^2$$

## REFERÊNCIAS

- FELTRE, R. Química geral. v. 1. 6. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2004. INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Relatório sobre análise em conversor catalítico. Rio de Janeiro: 2007.
- MASTERTON, W. L.; SLOWINSKI, E. J.; STANITSKY, C. Princípios de química. 6. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1990.
- RAMALHO, I.; TOLEDO, N. Os fundamentos da física. 3. ed. São Paulo: Editora Moderna, 1982.
- REIS, M. Química geral. São Paulo: Editora FTD, 2007.
- RELATÓRIO SOBRE ANÁLISE EM CONVERSOR CATALÍTICO. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/conversor.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2024.
- RESNICK, R.; HALLYDAY, D. Física. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 1983. SAMPAIO, J. L., CALÇADA, C. S. Física. 2. ed. São Paulo: Atual, 2005.
- PERUZZO, F. M. T.; CANTO, E. L. Química na abordagem do cotidiano. 3. ed. São Paulo: Moderna 2007.

## QUESTÕES

1. Qual partícula do átomo possui carga negativa?
- a) Próton
  - b) Nêutron
  - c) Elétron
  - d) Íon

Resposta correta: c

2. O número atômico (Z) representa:
- a) Soma de prótons e nêutrons
  - b) Número de elétrons
  - c) Quantidade total de partículas
  - d) Número de prótons

Resposta correta: d

3. A massa molecular da água (H<sub>2</sub>O) é:
- a) 2 u
  - b) 18 u
  - c) 1 u
  - d) 16 u

Resposta correta: b

4. Um mol de qualquer substância contém:
- a)  $1,6 \times 10^{-24}$  partículas
  - b)  $6,02 \times 10^{23}$  partículas
  - c)  $10^2$  partículas
  - d)  $3,14 \times 10^8$  partículas

Resposta correta: b

5. A unidade de massa atômica (u) é baseada em:
- a) Oxigênio
  - b) Hidrogênio
  - c) Carbono-12

- d) Gás hélio

Resposta correta: c

6. O volume ocupado por 1 mol de um gás nas CNTP é:

- a) 11,2 L
- b) 22,4 L
- c) 1 L
- d) 1000 mL

Resposta correta: b

7. A teoria cinética dos gases afirma que:

- a) As moléculas se mantêm imóveis
- b) Os gases têm forma definida
- c) O movimento das moléculas é aleatório
- d) Gases não sofrem colisões

Resposta correta: c

8. Qual é a transformação onde a temperatura permanece constante?

- a) Isotérmica
- b) Isobárica
- c) Isovolumétrica
- d) Isométrica

Resposta correta: a

9. A equação geral dos gases é:

- a)  $P + V = nRT$
- b)  $PV = nRT$
- c)  $V = nR/T$
- d)  $PT = nVR$

Resposta correta: b

10. A reação de combustão é classificada como:

- a) Isotérmica
- b) Endotérmica

- c) Exotérmica
- d) Nuclear

Resposta correta: c

11. Compostos orgânicos são caracterizados principalmente pela presença de:

- a) Nitrogênio
- b) Oxigênio
- c) Carbono
- d) Enxofre

Resposta correta: c

12. A gasolina é composta majoritariamente por:

- a) Ácidos graxos
- b) Hidrocarbonetos
- c) Aminoácidos
- d) Éteres

Resposta correta: b

13. O combustível renovável utilizado em larga escala no Brasil é:

- a) Diesel
- b) GNV
- c) Etanol
- d) Gasolina

Resposta correta: c

14. A octanagem mede:

- a) O ponto de fusão do combustível
- b) A eficiência da queima
- c) A resistência à compressão
- d) A quantidade de carbono

Resposta correta: c

15. A combustão incompleta gera:

- a) Apenas  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$

- b) CO<sub>2</sub>, CO e NO<sub>x</sub>
- c) Somente energia
- d) GNV puro

Resposta correta: b

16. O catalisador converte gases poluentes em:

- a) Hidrocarbonetos
- b) Gases inertes
- c) Vapor de água
- d) Gás liquefeito

Resposta correta: b

17. O cracking do petróleo serve para:

- a) Aumentar o ponto de fusão
- b) Extrair nitrogênio
- c) Produzir mais frações leves
- d) Reduzir o poder calorífico

Resposta correta: c

18. Qual tipo de combustível apresenta menor impacto ambiental?

- a) Diesel
- b) Gasolina
- c) GNV
- d) Etanol

Resposta correta: d

19. O GNV é composto principalmente por:

- a) CO<sub>2</sub>
- b) CH<sub>4</sub>
- c) NO<sub>x</sub>
- d) H<sub>2</sub>O

Resposta correta: b

20. O motor de combustão interna funciona com base em:

- a) Reações nucleares
- b) Queima de óleos
- c) Expansão de gases
- d) Movimento de líquidos

Resposta correta: c

21. A 1ª Lei de Newton é conhecida como:

- a) Princípio da força
- b) Princípio da aceleração
- c) Princípio da ação e reação
- d) Princípio da inércia

Resposta correta: d

22. O peso de um corpo é uma força resultante da:

- a) Aceleração centrípeta
- b) Pressão atmosférica
- c) Aceleração gravitacional
- d) Massa do corpo

Resposta correta: c

23. A força resultante sobre um corpo é dada por:

- a)  $F = m/v$
- b)  $F = m + a$
- c)  $F = m \times a$
- d)  $F = a/m$

Resposta correta: c

24. A unidade de força no SI é:

- a) Watt
- b) Pascal
- c) Newton
- d) Joule

Resposta correta: c

25. A terceira lei de Newton afirma que:

- a) Todo corpo tende ao repouso
- b) Força é igual a massa  $\times$  aceleração
- c) Toda ação tem uma reação
- d) Força causa deformação

Resposta correta: c

26. O torque depende da:

- a) Massa e aceleração
- b) Força e distância ao ponto de rotação
- c) Temperatura
- d) Pressão

Resposta correta: b

27. O motor de quatro tempos NÃO inclui:

- a) Admissão
- b) Compressão
- c) Fusão
- d) Escape

Resposta correta: c

28. O calor latente está relacionado a:

- a) Variação de temperatura
- b) Mudança de estado físico
- c) Força peso
- d) Dilatação térmica

Resposta correta: b

29. A dilatação térmica ocorre por:

- a) Fusão da matéria
- b) Redução do calor
- c) Aumento da agitação molecular
- d) Dissociação de moléculas

Resposta correta: c

30. A viscosidade dos óleos lubrificantes é:

- a) Proporcional à temperatura
- b) Constante
- c) Inversamente proporcional à temperatura
- d) Sempre igual à da água

Resposta correta: c

31. A escala absoluta de temperatura é:

- a) Celsius
- b) Fahrenheit
- c) Kelvin
- d) Rankine

Resposta correta: c

32. A pressão é medida em:

- a) Joules
- b) Newtons
- c) Pascal
- d) Hertz

Resposta correta: c

33. A unidade atm é equivalente a:

- a) 1 Pa
- b) 101325 Pa
- c) 1 N
- d) 22,4 L

Resposta correta: b

34. O princípio de Pascal afirma que:

- a) Pressão varia com a densidade
- b) Gases não se comprimem
- c) A pressão se transmite igualmente por um líquido

- d) A força aumenta com a área

Resposta correta: c

35. A pressão é calculada por:

- a)  $m \times g$
- b)  $F/A$
- c)  $V/T$
- d)  $R \times T$

Resposta correta: b

36. O calor específico mede:

- a) Volume
- b) Massa
- c) Quantidade de calor por grama e por grau
- d) Densidade

Resposta correta: c

37. A propagação de calor que ocorre no vácuo é:

- a) Convecção
- b) Condução
- c) Radiação
- d) Refrigeração

Resposta correta: c

38. A capacidade térmica mede:

- a) O calor necessário para mudar o estado físico
- b) A variação de pressão
- c) O calor necessário para variar  $1^\circ\text{C}$
- d) A densidade

Resposta correta: c

39. Na CNTP, o volume de um gás é proporcional à:

- a) Temperatura e inversamente à pressão
- b) Massa

- c) Área
- d) Viscosidade

Resposta correta: a

40. A densidade de um corpo é calculada por:

- a)  $V/m$
- b)  $m/V$
- c)  $F \times A$
- d)  $P \times T$

Resposta correta: b

41. A aceleração centrípeta é responsável por:

- a) Aumentar a massa
- b) Mudar a direção do movimento
- c) Reduzir a força
- d) Produzir calor

Resposta correta: b

42. A fórmula da aceleração centrípeta é:

- a)  $v/r$
- b)  $v^2/r$
- c)  $r^2/v$
- d)  $v \times r$

Resposta correta: b

43. A aceleração tangencial modifica:

- a) Direção da velocidade
- b) Massa
- c) Intensidade da velocidade
- d) Volume

Resposta correta: c

44. Vetores são representados por:

- a) Cores

- b) Letras com setas
- c) Tabelas
- d) Números apenas

Resposta correta: b

45. O vetor deslocamento depende de:

- a) Trajetória
- b) Massa
- c) Apenas da posição inicial e final
- d) Força

Resposta correta: c

46. O vetor aceleração tem o mesmo sentido do vetor velocidade quando:

- a) O movimento é curvilíneo
- b) É retardado
- c) É acelerado
- d) Não há movimento

Resposta correta: c

47. O vetor posição indica:

- a) A massa de um corpo
- b) A sua localização
- c) A força resultante
- d) A energia interna

Resposta correta: b

48. O deslocamento vetorial é a:

- a) Soma da velocidade
- b) Diferença entre as posições final e inicial
- c) Variação da massa
- d) Aceleração da gravidade

Resposta correta: b

49. A aceleração resultante é:



- a) Soma vetorial da centrípeta e tangencial
- b) Sempre igual à gravidade
- c) Inexistente em curvas
- d) Sempre nula

Resposta correta: a

50. A cinemática estuda:

- a) Causas dos movimentos
- b) Reações químicas
- c) Tipos de combustíveis
- d) Movimento sem se preocupar com causas

Resposta correta: d



**OBRIGADO!**  
CONTINUE ESTUDANDO.

