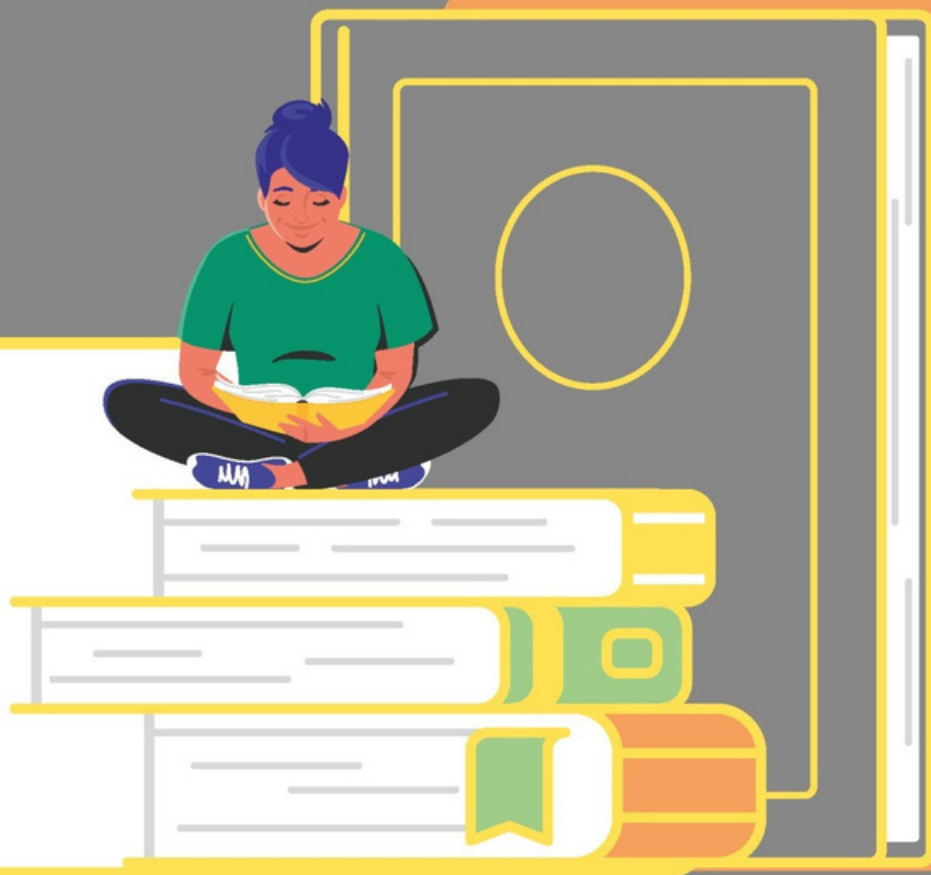


Plano de Estudos cesec

Química

Ensino Médio

Módulo II



**ESCOLA DE FORMAÇÃO
E DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL
DE EDUCADORES DE MINAS GERAIS**

Governador do Estado de Minas Gerais
Romeu Zema Neto

Vice-governador do Estado de Minas Gerais
Mateus Simões de Almeida

Secretário de Estado de Educação
Igor de Alvarenga Oliveira Icassatti Rojas

Secretária Adjunta
Fernanda de Siqueira Neves

Subsecretária de Desenvolvimento da Educação Básica
Kellen Silva Senra

Superintendência de Políticas Pedagógicas
Rosely Lúcia de Lima

Diretoria de Modalidades de ensino e Temáticas Especiais
Fabiana Benchetrit dos Santos

Coordenação da Educação de Jovens e Adultos
Denise Jacqueline Silva Oliveira

Superintendente da Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores
Graziela Santos Trindade

Diretora da Coordenadoria de Ensino da EFE
Janeth Cilene Betônico da Silva

Elaboração e construção
Professores Formadores da Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores

Revisão
Equipe Pedagógica e Professores Formadores da Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores

Supervisão
Juliano Alves Andrade
Silene Gelmini Araújo Veloso

Prezado Estudante,

Você está recebendo o Plano de Estudos de **COMPONENTE CURRICULAR QUÍMICA - ENSINO MÉDIO - MÓDULO II**. Nele você encontrará conteúdos e propostas didáticas que o ajudarão a desenvolver habilidades fundamentais para o prosseguimento ou conclusão de seus estudos.

O material foi elaborado considerando o seu perfil, trajetória de vida, interesses, objetivos e necessidades. Neste Plano de Estudos você encontrará uma diversidade de textos, imagens, vídeos, músicas, questões, exercícios e outras propostas pedagógicas que foram elaboradas pensando em favorecer o seu processo de aprendizagem.

Você deverá desenvolver as atividades didáticas aqui propostas a partir dos suportes disponibilizados neste material e no Google Classroom. Porém, para o esclarecimento de qualquer dúvida ou para uma assessoria mais personalizada para a compreensão de conceitos ou realização das questões você pode contar com a orientação de estudos feita pelo professor orientador da aprendizagem do CESEC em que você está matriculado.

Desejamos que seus objetivos possam ser alcançados e que você continue em seu percurso escolar com sucesso.

Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais

SUMÁRIO

TEMA DE ESTUDO: Vida, Terra e Cosmos/ Matéria e Energia	05
TEMA DE ESTUDO: Matéria e Energia	30
TEMA DE ESTUDO: Termoquímica	36
TEMA DE ESTUDO: Matéria e Energia	43
REFERÊNCIAS	50

MODULO NÚMERO II DE ESTUDO CESEC

Referência: Ensino Médio

Ano Letivo: 2025

Área de Conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Componente Curricular: Química

PLANO DE ESTUDOS

Habilidades:

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

Unidade Temática:

- Vida, Terra e Cosmos/ Matéria e Energia.

Objetos de Conhecimento:

- Ligações Químicas.

Ligações químicas

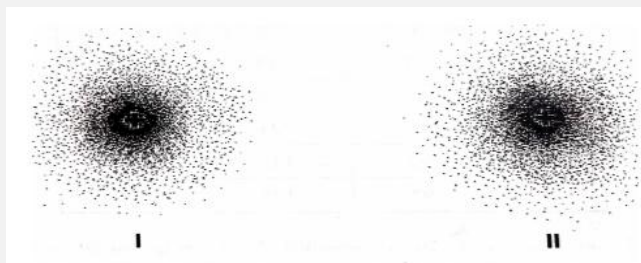
Se partículas tão minúsculas como os átomos estivessem isoladas umas das outras, não existiria esta folha de papel, a tinta que foi impressa, não existiriam pessoas que trabalharam para produzir este caderno, não existiria você.

Se todos os átomos ocorressem isolados, isto é, não combinados uns com os outros, não haveria materiais sólidos e líquidos - todas as substâncias seriam gasosas e, esses gases seriam formados por moléculas monoatômicas, isto é, cada molécula formada por um só átomo.

Fundamentos das Ligações Químicas

Mas de onde vem tantas substâncias e materiais diferentes? A resposta a essa pergunta está na união dos átomos dos elementos químicos denominada de ligações químicas. Mas o que mantém os átomos unidos? Vamos imaginar os átomos I e II se aproximando. Enquanto estão muito afastados praticamente não exercem influência um sobre o outro. Pode-se considerar que não se unem, se repelem.

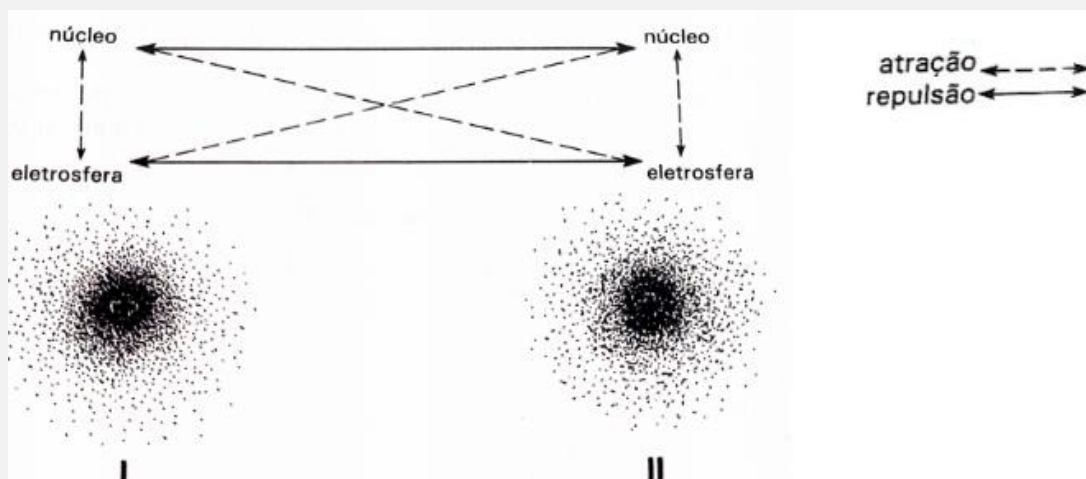
Imagem 1: representação dos átomos I e II separados.



Fonte: Ambrogi (1995, p.68).

Entretanto, à medida que se aproximam, começam a manifestar-se interações elétricas: o núcleo do átomo I passa a atrair a eletrosfera do átomo II, o mesmo ocorrendo entre o núcleo II e a eletrosfera I. Surgem também repulsões entre as duas eletrosferas e os dois núcleos, que podem ser esquematizadas na Imagem 2.

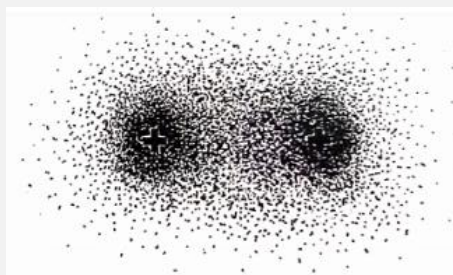
Imagem 2: Esquema das forças de atração e repulsão entre dois átomos.



Fonte: Ambrogi (1995, p.68).

Se as forças de atração entre os átomos forem mais intensas do que as de repulsão, os átomos se manterão unidos formando uma nova entidade: a molécula. Neste caso, diz-se que ocorreu uma ligação química entre eles.

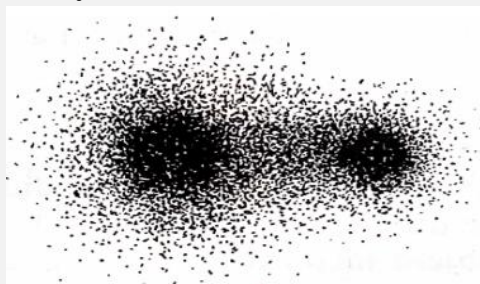
Imagem 3: ligação entre átomos formando uma molécula.



Fonte: Ambrogi (1995, p.69).

Quando dois átomos que formam a molécula são iguais, a atração núcleo I- eletrosfera II tem a mesma intensidade da atração núcleo II -eletrosfera I E como se as duas eletrosfera formassem uma nuvem eletrônica igualmente atraída pelos dois núcleos. Quando os dois átomos são diferentes, as interações elétricas não têm a mesma intensidade. Neste caso, é como se as duas eletrosferas formassem uma nuvem assimetricamente distribuída, pouco mais deslocada para um dos átomos (Imagem 4).

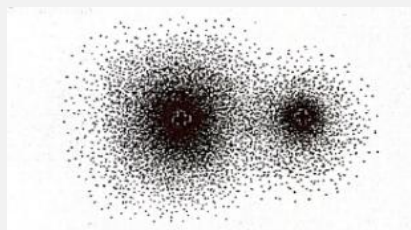
Imagem 4. Interações elétricas entre dois átomos diferentes.



Fonte: Ambrogi, 1995 (p.69)

Nos modelos esquematizados nas imagens 3 e 4, diz-se que ocorreu uma ligação do tipo covalente, ou seja, os átomos compartilham seus elétrons da última camada. Na imagem 3 os elétrons foram distribuídos de maneira uniforme, não formando pólos. Ao contrário do esquema representado na imagem 4. Portanto, é possível dizer que no primeiro caso a ligação é apolar e no segundo caso polar. Em caso extremo, quando uma atração é bem mais intensa que a outra, chega a haver transferência de elétrons de um átomo para outro. Nesse caso, os átomos perdem a sua neutralidade, isto é, deixam de ser eletricamente neutros. Um deles fica positivamente carregado e o outro fica negativamente carregado. Esse tipo de ligação química entre os átomos é chamada de ligação iônica e pode ser esquematizada conforme a imagem 5.

Imagem 5. Diferença entre as atrações (Ligação iônica).



Fonte: Ambrogi (1995, p.70).

Fonte: Minas Gerais (2021).

Embora os exemplos dados apresentem moléculas formadas por dois átomos (diatômicas), as mesmas considerações valem para moléculas formadas por um número maior de átomos (moléculas poliatômicas): sempre há atrações e repulsões entre átomos. Para que os átomos formem moléculas, as atrações devem predominar sobre as repulsões.

Os átomos se unem quando as atrações elétricas entre eles predominam sobre as repulsões. O nome dado a união de átomos é ligação química. Assim, a ligação química é a atração elétrica entre dois átomos. A teoria das ligações químicas explica como as substâncias são formadas e as propriedades apresentadas por elas.

Teoria do octeto

Em nosso planeta foram reconhecidas, até hoje, apenas seis substâncias formadas por átomos isolados, isto é, não combinados (moléculas monoatômicas). São os chamados gases nobres: hélio, neônio, argônio, xenônio, criptônio e radônio. (tabela 3). Todas as demais substâncias são formadas por moléculas com dois ou mais átomos (moléculas poliatômicas) e esses átomos podem ser iguais ou diferentes, eletricamente neutros ou íons.

Tabela 1: Dados dos gases nobres.

GÁS NOBRE	SÍMBOLO	NÚMERO ATÔMICO
Hidrogênio	He	2
Oxigênio	Ne	10
Fluoreto de hidrogênio	Ar	18

Cloreto de hidrogênio	Kr	36
Cloreto de sódio	Xe	54
Fluoreto de cálcio	Rn	86

Fonte: Azevedo (2024).

Como os átomos se unem

Para entender porque há substâncias formadas por íons e substâncias formadas por átomos eletricamente neutros, recorre-se ao modelo disponível para os átomos: um núcleo positivamente carregado, envolvido por uma eletrosfera negativamente carregada. Imaginando dois átomos se aproximando para a união, até que ela se concretize, algumas alterações deverão ocorrer em suas eletrosferas, pois são elas a parte externa dos átomos. Qualquer alteração que ocorra será no sentido de conferir maior estabilidade à eletrosfera.

Sendo os gases nobres as únicas substâncias encontradas como átomos isolados, espera-se que suas eletrosferas sejam muito mais estáveis do que os átomos dos demais átomos. Estes, provavelmente, adquirem eletrosferas mais estáveis quando se unem uns aos outros. Pode-se então formular a seguinte hipótese:

Se os gases nobres têm eletrosferas mais estáveis, então os demais átomos ao se unirem, procuram adquirir eletrosferas mais estáveis, se possível iguais às de gases nobres.

Qual é a relação entre as propriedades dos materiais e os tipos de ligações químicas?

Para responder a questão, vamos iniciar analisando os dados da imagem 6.

Imagem 6: Propriedades dos materiais e diferentes tipos de ligações.

Sólido	Comportamento sob aquecimento	Solubilidade em água	Solubilidade em aguarrás	Condutividade elétrica no estado sólido	Condutividade elétrica em solução aquosa
cobre	funde-se a 1083 °C	insolúvel	insolúvel	bom condutor	_____
cloreto de sódio	funde-se a 801 °C	solúvel	insolúvel	mau condutor	bom condutor
sacarose (açúcar)	funde-se entre 185 °C e 186 °C	solúvel	insolúvel	mau condutor	mau condutor
naftalina	funde-se a 80 °C	insolúvel	solúvel	mau condutor	_____
diamante	convivem diamante e grafite sólidos e carbono líquido $\cong$ a 3900 °C à pressão $\cong$ 12,5 GPa	insolúvel	insolúvel	mau condutor	_____

Fonte: Mortimer et. al (2020).

Que evidências sobre a natureza das ligações químicas podemos obter conhecendo a temperatura de fusão dos materiais?

Analisando o comportamento das substâncias sob aquecimento, verificamos que algumas mudam de estado físico a temperaturas elevadas, como o cobre, o diamante e o cloreto de sódio. Já a naftalina e o açúcar (sacarose), fundem-se a temperaturas razoavelmente baixas.

Imagem 8 - Diferentes sólidos



Fonte: Mortimer et. al (2020).

Um modelo de ligação química é usado para explicar essas e outras propriedades das substâncias. No caso do cobre, do diamante e do cloreto de sódio (sal de cozinha), quando a substância muda de estado físico, rompem-se interações entre as partículas que constituem essa substância. Como a temperatura para efetuar essas mudanças é elevada, podemos imaginar que essas interações são muito fortes.

No caso do diamante, temos um tipo de ligação conhecida como **ligação covalente**, que é o mesmo tipo de ligação presente nas moléculas de hidrogênio, oxigênio, naftalina, sacarose, gasolina, álcool e água. Essas últimas substâncias, no entanto, mudam de estado físico ou transformam-se em líquidos a temperaturas relativamente baixas, quando comparadas com o diamante.

Como explicar isso?

Em todas essas substâncias (hidrogênio gasoso, oxigênio gasoso, naftalina, sacarose, gasolina, álcool, água), a ligação covalente é responsável pela formação da **molécula**. A agregação das moléculas para formar quantidades macroscópicas dessas substâncias se dá, no entanto, **por interações entre moléculas**, que são relativamente fracas. Portanto, há nessas substâncias dois tipos de interação: uma entre os átomos para formar moléculas (**ligação covalente**) e outra entre moléculas para formar o material (*interação intermolecular*). Essas substâncias são chamadas substâncias moleculares.

Como as interações entre as moléculas são fracas, as substâncias moleculares geralmente têm temperatura de fusão e de ebulição relativamente baixas. Aquelas formadas por moléculas pequenas, como nitrogênio (N_2), oxigênio (O_2), gás carbônico (CO_2), cloro (Cl_2) e metano (CH_4), geralmente são gasosas à temperatura ambiente, o que indica que suas temperaturas de ebulição são menores que a temperatura ambiente. As interações intermoleculares nessas substâncias são muito fracas.

No diamante, não há formação de moléculas individuais. A agregação das partículas para formar o material é realizada pela ligação covalente entre os átomos de carbono – muito forte –, o que explica a alta temperatura necessária para quebrá-la e fundir o diamante. Poderíamos pensar que, no caso do diamante, os átomos de carbono ligam-se para formar uma “molécula gigante”.

No caso do cobre e do cloreto de sódio, temos uma situação semelhante à do diamante, porém as ligações envolvidas são de outra natureza. No caso do cobre, também não se formam moléculas, uma vez que os átomos se ligam por meio de **ligações metálicas** para formar o material. Podemos

imaginar que esse tipo de ligação também seja forte, já que a maioria dos metais se fundem a temperaturas elevadas.

Em relação ao cloreto de sódio, a ligação não é entre átomos, mas entre íons, que são partículas eletricamente carregadas. O cloreto de sódio também não forma moléculas, uma vez que os íons sódio e cloreto se ligam por meio de ligações iônicas para formar o material, um sólido iônico.

Quais evidências sobre a natureza das ligações químicas podemos obter conhecendo a solubilidade dos materiais?

O modelo de ligações químicas também é útil para explicar as diferenças de solubilidade. Um modelo parcial, mas que explica bem a solubilidade, considera que esse fenômeno depende da interação entre as partículas do soluto e do solvente

Voltando à imagem 8, pode-se observar que o cobre e o diamante são substâncias insolúveis nos dois tipos de solventes que foram usados. Esse fato é observado não só na maioria dos metais como também em outros sólidos covalentes, como mica, sílica (um componente da areia), grafite (imagem 9), etc.

Imagem 9 - Sólidos insolúveis na maioria dos solventes comuns



Fonte: Mortimer *et al.* (2020).

Pode ser observado também na imagem 8 que o cobre e o diamante mudam de estado físico a temperaturas muito elevadas. Como visto anteriormente, isso evidencia que as ligações entre suas partículas são muito fortes. Para que ocorra a dissolução, essas ligações também terão de ser quebradas por meio da interação com o solvente, com a formação de um novo tipo de interação: **soluto-solvente**.

No caso do cobre e do diamante, não há formação dessas interações porque a energia necessária para quebrar a interação **soluto-soluto** é muito alta quando comparada com a liberação de energia que ocorreria na formação da interação **soluto-solvente**.

A temperatura de fusão do cloreto de sódio também é elevada; no entanto, ele é solúvel em água. **Como explicar esse fato?**

O que favorece a dissolução do cloreto de sódio em água é a interação dos íons sódio e cloreto com as moléculas de água. A formação dessas interações entre as partículas do soluto e do solvente leva à quebra da ligação entre as partículas do cloreto de sódio. Os íons sódio e cloreto ficam solvatados pelas moléculas de água. Por meio do processo de solvatação, os íons ficam envoltos, interagindo com várias moléculas de água. A dissolução só é possível por meio da interação **soluto-solvente**.

A temperatura de fusão da naftalina é relativamente baixa; no entanto, é uma substância não solúvel em água, mas em solventes orgânicos como os contidos na aguarrás.

Como explicar essa diferença?

Podemos imaginar, usando os mesmos argumentos anteriores, que não se estabeleça a interação soluto-solvente entre as partículas de naftalina e água; isso ocorre apenas entre as partículas de naftalina e de aguarrás. Para explicar essa diferença, temos de pensar na natureza das partículas que formam a água, o solvente contido na aguarrás e a naftalina, o que será aprofundado posteriormente.

Que evidências sobre a natureza das ligações químicas podemos obter conhecendo a condutividade elétrica dos materiais?

Esta pergunta foi respondida anteriormente na análise do teste de condutividade dos materiais. No entanto, vale ressaltar que a condutividade elétrica pode ser explicada, geralmente, pela presença de cargas que podem se movimentar ao longo do material.

Por exemplo, a condutividade elétrica da solução do cloreto de sódio em água deve-se à mobilidade dos íons (partículas carregadas) na solução aquosa. No caso do cristal de cloreto de sódio, os íons não têm essa mobilidade, pois se encontram fixos em posições definidas num retículo cristalino, que é um arranjo tridimensional no qual os átomos ou íons ou moléculas estão organizados no cristal. O que mantém esses íons fixos na estrutura do cristal é a força atrativa – **a ligação iônica**.

No caso dos metais – como o cobre – e de algumas substâncias não metálicas condutoras – como a grafite –, a condutividade elétrica não é explicada pela presença de íons móveis, mas pela existência de elétrons móveis.

Os elétrons na região mais externa da eletrosfera não estão fortemente atraídos aos núcleos, o que possibilita sua mobilidade. Eles são, portanto, as partículas responsáveis pela condutividade elétrica no caso do cobre e do grafite.

Modelos para as ligações químicas

LIGAÇÃO IÔNICA

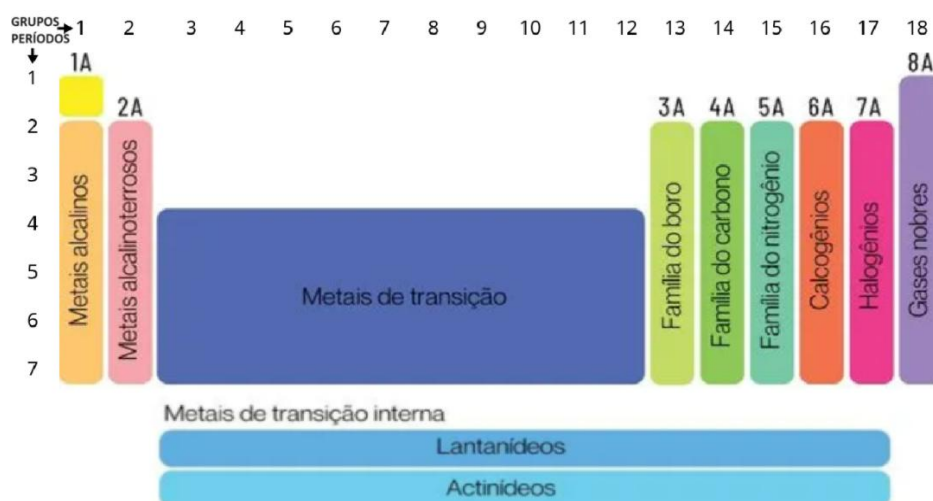
Como o próprio nome indica, a ligação iônica ocorre entre íons, positivos (cátions) e negativos (ânions), e é caracterizada pela existência de forças de atração eletrostática entre os íons. O total de cargas positivas (cátions) é igual ao de negativas (ânions). Logo, as substâncias são eletricamente neutras.

Vamos lembrar as características dos elementos químicos observando as formas de organização da Tabela Periódica:

Períodos: São as linhas horizontais numeradas de 1 a 7. Cada período corresponde a uma camada do átomo.

Grupos, colunas ou famílias: São as linhas verticais numeradas de 1 a 18 ou divididas entre elementos representativos (A) - colunas 1, 2, 13 a 18 - e elementos de transição (B) - coluna 3 a 12. As famílias possuem denominações, conforme a imagem abaixo:

Imagem 18 - Nomenclatura das famílias da Tabela Periódica.



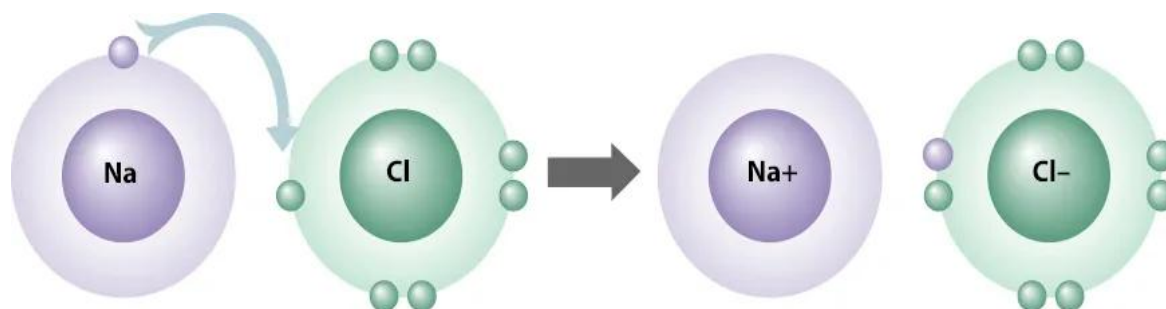
Fonte: BRASIL ESCOLA [2024].

Átomos de elementos dos grupos 1 e 2, classificados como metais, tendem a perder elétrons, formando cátions. Já os dos grupos 15, 16 e 17, classificados como não metais, tendem a ganhar elétrons, formando ânions. Logo as combinações entre átomos de metais e átomos de não metais produzem, em geral, substâncias iônicas.

Sódio e cloro, realizam ligação química da seguinte forma: Em forma atômica eles se aproximam e o cloro tende a atrair com grande intensidade o elétron da última camada eletrônica do sódio. Esse elétron é transferido do sódio para o cloro, formando os íons Na^+ e Cl^- , que vão se atrair

fortemente. Ambos os íons, sódio e cloro, passam a ter a eletrosfera semelhante a dos gases nobres.

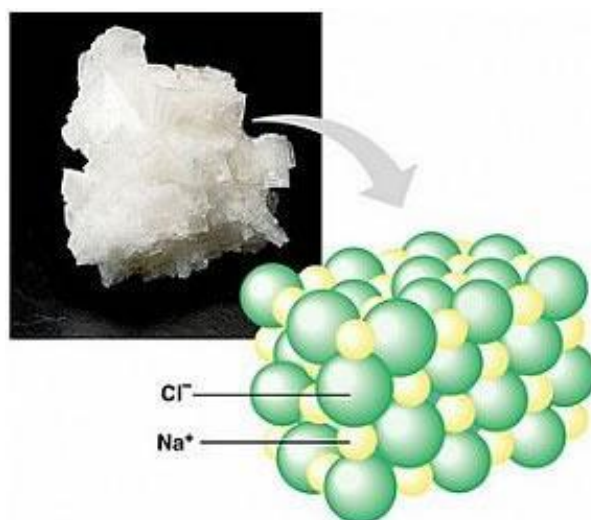
Imagem 10 - Ligação iônica entre sódio e cloro.



Fonte: Novais [2024].

Os compostos iônicos formados a partir dessas ligações são, na verdade, um aglomerado de íons. Se fôssemos representar o NaCl como composto iônico, por exemplo, a maneira mais adequada seria a Imagem 11:

Imagem 11: retículo cristalino de cloreto de sódio (NaCl).



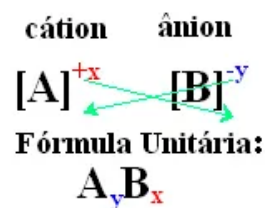
Fonte: Fogaça [2024].

REPRESENTAÇÃO E DETERMINAÇÃO DAS FÓRMULAS DOS COMPOSTOS IÔNICOS

A fórmula correta de um composto iônico é aquela que mostra a mínima proporção entre os átomos que se ligam, de modo que se forme um sistema eletricamente neutro. Para que isso ocorra, é necessário que o número de elétrons cedidos pelos átomos de um elemento seja igual ao número de elétrons recebidos pelos átomos do outro elemento, uma forma gráfica bastante simples para representar as substâncias iônicas e o modelo proposto por Lewis.

Um método prático para determinar a fórmula mínima, considerando que o total de cargas positivas é igual ao de negativas, é usar como índice da quantidade de cátions o total de cargas do ânion e como índice da quantidade de ânions o total de cargas do cátion.

Imagem 11 - Fórmulas químicas geral das substâncias iônicas.

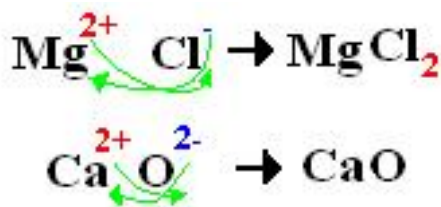


Fonte: Brasil escola [2024].

Calma que só parece difícil! Mas vamos exemplificar para que fique mais claro!

Por exemplo, no caso do cloreto de magnésio, temos que seu composto iônico é $MgCl_2$, pois temos exatamente 1 cátion sódio para cada 2 ânions cloreto.

Já o óxido de cálcio, temos que seu composto iônico é CaO , pois temos exatamente 1 cátion cálcio para cada 1 ânion de oxigênio.

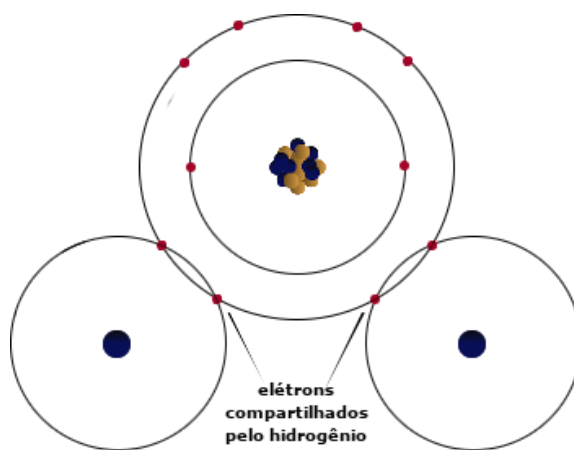


LIGAÇÃO COVALENTE

A vida em sociedade envolve o compartilhamento de uma série de itens. Diariamente compartilhamos informações, ideias, objetos, comida, e nessas situações nos aproximamos e nos ligamos a outras pessoas, fortalecendo o nosso convívio social.

Na natureza os átomos também podem se aproximar e se ligar através do compartilhamento. Nesse caso, o compartilhamento decorre da formação de pares eletrônicos envolvendo os elétrons da camada de valência desses átomos. A esse tipo de ligação atribuímos o nome de covalente.

Imagem 12. Molécula de água.



Fonte: Wikipédia (2011)

REPRESENTAÇÃO DAS FÓRMULAS QUÍMICAS DE SUBSTÂNCIAS MOLECULARES

A representação do número e dos tipos de átomos que formam uma molécula é feita por uma fórmula química. Existem diferentes tipos de fórmulas: a molecular, a eletrônica e a estrutural plana.

a) Molecular: é a representação mais simples e indica apenas quantos átomos de cada elemento químico formam a molécula.

b) Eletrônica: também conhecida como fórmula de Lewis, esse tipo de fórmula mostra, além dos elementos e do número de átomos envolvidos, os elétrons da camada de valência de cada átomo e a formação dos pares eletrônicos.

c) Estrutural plana: também conhecida como fórmula estrutural de Couper, ela mostra as ligações entre os elementos, sendo cada par de elétrons entre dois átomos representado por um traço.

Perceba que mais de um par de elétrons pode ser compartilhado, formando-se, então, ligações simples, duplas e triplas. Veja as fórmulas de algumas moléculas simples:

Imagem 13- Fórmulas das substâncias moleculares

Nome	Constituição	Fórmula molecular	Fórmula eletrônica	Fórmula estrutural plana	Tipos de ligação
gás hidrogênio	2 átomos de hidrogênio	H ₂	H : H	H — H	1 simples
gás oxigênio	2 átomos de oxigênio	O ₂		O = O	1 dupla
gás nitrogênio	2 átomos de nitrogênio	N ₂		N ≡ N	1 tripla
água	2 átomos de hidrogênio e 1 de oxigênio	H ₂ O		H — O — H	2 simples
gás amônia	3 átomos de hidrogênio e 1 de nitrogênio	NH ₃			3 simples
gás metano	4 átomos de hidrogênio e 1 de carbono	CH ₄			4 simples

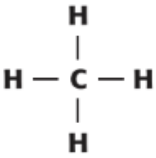
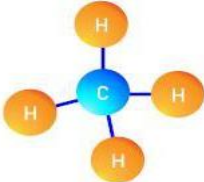
Fonte: Usberco e Salvador (2005).

Como conclusão, podemos dizer que a ligação é covalente quando os dois átomos apresentam a tendência de ganhar elétrons. Isso ocorre quando os dois átomos têm 4, 5, 6 ou 7 elétrons na última camada eletrônica, ou seja, quando os dois átomos já se “avizinham” na configuração de um gás nobre (e mais o hidrogênio, que, apesar de possuir apenas um elétron, está próximo da configuração do hélio). Em outras palavras, a ligação covalente aparece entre dois átomos de não-metais, ou ainda entre esses elementos e o hidrogênio.

Polaridade das moléculas e forças intermoleculares

As moléculas são formadas por átomos unidos por ligações covalentes e podem apresentar, na sua constituição, de dois a milhares de átomos. A distribuição dos átomos nas moléculas ocorre em três dimensões e é responsável por muitas propriedades das substâncias. A fórmula estrutural indica como os átomos estão ligados entre si e os tipos de ligação existentes, mas não representa a distribuição no espaço, quer dizer, ela representa no plano as ligações sem indicar suas orientações. Por isso, essa fórmula é também denominada fórmula estrutural plana.

Imagem 14- Fórmula estrutural e espacial do metano (CH₄)

	Fórmula estrutural plana do metano
	Fórmula espacial do metano

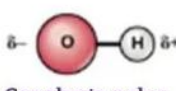
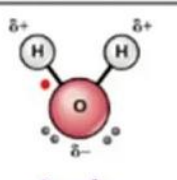
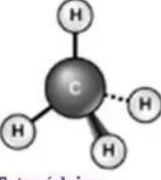
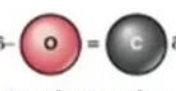
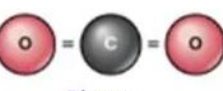
Fonte: Santos, 2024

A disposição espacial dos núcleos desses átomos irá determinar diferentes formas geométricas para as moléculas e como as cargas elétricas são distribuídas. Quando a ligação covalente ocorre entre átomos de mesma eletronegatividade, não ocorre formação de pólos. Portanto essas ligações são denominadas de apolares e formam moléculas apolares. Já na ligação covalente entre átomos de eletronegatividade diferentes, ocorre o acúmulo de carga negativa em torno do átomo do elemento de maior eletronegatividade. Essas ligações são chamadas de polares.

Arranjos dos átomos nas moléculas e sua polaridade

Uma das maneiras mais simples e mais usadas atualmente para prever a geometria de moléculas e consequentemente a sua polaridade consiste na utilização da teoria da repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência. Essa teoria está baseada na ideia de que os pares eletrônicos ao redor de um átomo central, quer estejam ou não participando das ligações, comportam-se como nuvens eletrônicas que se repelem entre si, de forma a ficarem orientadas no espaço com a maior distância angular possível

Imagem 15 - organização dos átomos na molécula e a formação de dipolos elétricos.

	Tipo de ligação	Estrutura cristalina	Tipo molécula
Água	 Covalente polar	 Angular	Polar
Metano	 Covalente apolar	 Tetraédrica	Apolar
Dióxido de carbono	 Covalente polar	 Linear	Apolar

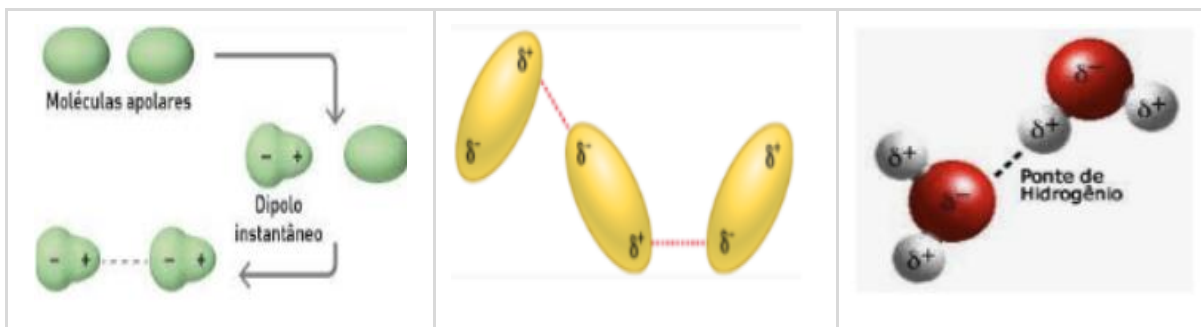
Fonte: Clube da Química [2024].

FORÇAS INTERMOLECULARES

A partir do conceito de polaridade é possível entender a natureza das forças que existem entre as moléculas nas fases sólida, líquida e gasosa e que explicam propriedades como a interação e solubilidade, pontos de fusão e ebulição e densidade. Apesar das moléculas serem constituídas por átomos neutros, que não perdem nem ganham elétrons, vimos que em muitas há existência de dipolos elétricos permanentes e, como consequência, ocorrem interações elétricas entre elas. Essas forças são de três:

Tabela 2: Tipos de forças entre as moléculas.

Forças de London ou dipolo induzido dipolo induzido	Forças de Van der Waals	Ligação de hidrogênio
Únicas existentes entre moléculas apolares e de gases nobres. Exemplos de substâncias apolares: Cl_2 , O_2 , CH_4 , F_2 .	Esse tipo de força intermolecular é característico de moléculas polares. Exemplos de substâncias polares: HBr , HCl , CO .	Ocorre mais comumente em moléculas que apresentam átomos de hidrogênio ligados a átomos de flúor, oxigênio e nitrogênio. Ex : H_2O , NH_3



Fonte: AZEVEDO (2024).

Forças intermoleculares e temperatura de fusão e ebulição

DIPOLO INDUZIDO

DIPOLO PERMANENTE

LIGAÇÃO DE HIDROGÊNIO

**Moléculas apolares → Moléculas polares → Hidrogênio ligados a FON
(Flúor, oxigênio, Nitrogênio)**

IMPORTANTE: Quanto mais intensas as atrações intermoleculares, maiores serão as Temperaturas de Fusão e Temperaturas de Ebulição.

FORÇAS INTERMOLECULARES E SOLUBILIDADE

Substâncias polares tendem a se dissolver em solventes polares.

Substâncias apolares tendem a se dissolver em solventes apolares.

LIGAÇÃO METÁLICA

Cerca de três quartos dos elementos químicos são classificados como metais. Podem ser encontrados dois tipos de material metálico: aquele formado por átomos de um mesmo elemento químico (por exemplo, o ouro) e aquele formado por mais de um elemento. Nesse último caso, o material recebe o nome de liga metálica (por exemplo, o latão, que é uma liga de cobre e zinco). Observe na imagem 16, outros exemplos de ligas metálicas e algumas de suas aplicações.



Fonte: Mortmer et al. (2020).

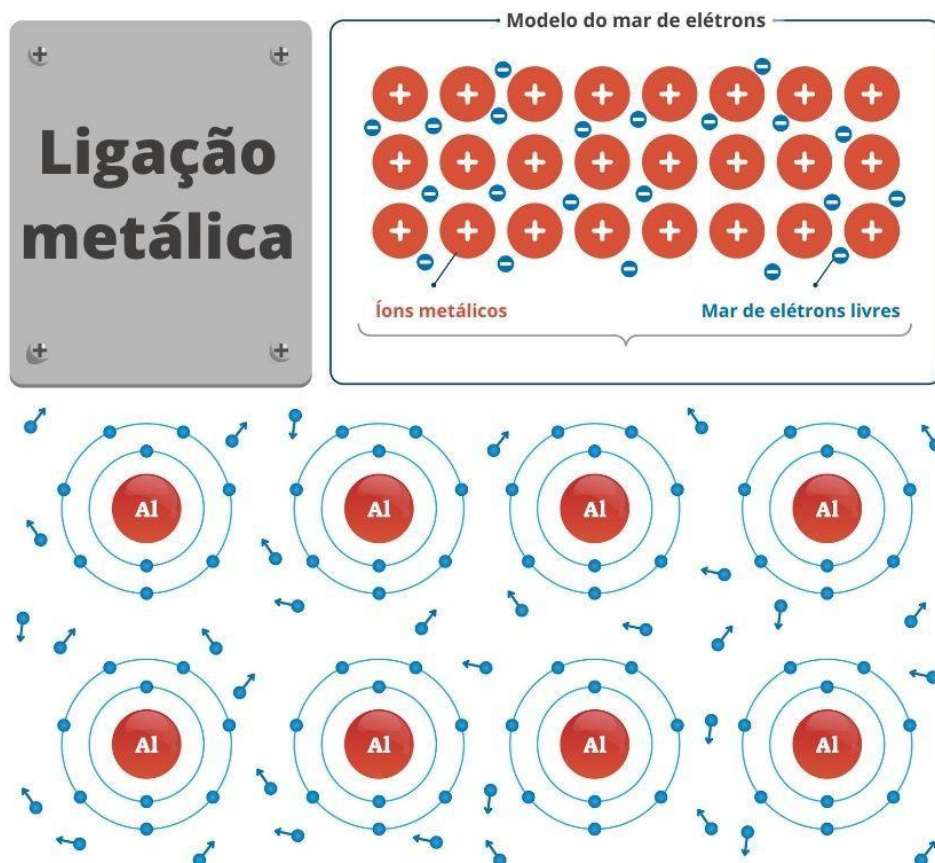
Vimos que a ligação covalente é proveniente da atração que os núcleos dos átomos exercem sobre o par de elétrons da ligação. Nos metais, os átomos são unidos não aos pares, mas pela atração mútua entre um grande número de núcleos e um grande número de elétrons.

Tomemos como exemplo um cristal de lítio metálico. Na sua rede cristalina, cada átomo de lítio se encontra rodeado por oito vizinhos mais próximos. Esse átomo, entretanto, possui apenas um elétron no último nível. Os elétrons do último nível são responsáveis pela formação das ligações químicas, os chamados elétrons de valência.

Assim, com apenas um elétron de valência, não é possível que o átomo de lítio forme ligações por meio de pares eletrônicos com os oito átomos vizinhos. Porém, a camada de valência do lítio, com apenas um elétron, está bastante vazia, de modo que o elétron de valência de determinado átomo de lítio tem ao seu redor oito núcleos e uma completa liberdade para se mover nas camadas de valência de todos esses átomos. Para qualquer lugar que o elétron se mova, encontra-se sempre entre dois núcleos positivos. Sob essa circunstância, não é surpreendente que um elétron possa se mover facilmente de um lugar para outro. Cada elétron de valência está virtualmente livre para percorrer o cristal.

Essas considerações levaram os químicos a propor, para um metal, um modelo de íons positivos, distribuídos na rede cristalina que não se encontram firmemente ligados a nenhum núcleo (Imagem 17). Nas ligações covalentes, os elétrons estão localizados de maneira a fixar a posição dos átomos. Dizemos que as ligações possuem caráter direcional – os elétrons tendem a permanecer concentrados em determinadas regiões do espaço. Ao contrário, os elétrons de valência em um metal estão dispersos quase uniformemente por meio do cristal, de modo que a ligação metálica não exerce a mesma influência direcional da ligação covalente.

Imagem 17: modelo representativo da ligação metálica com elétrons fluindo livremente.



Fonte: Novais [2024].

FÓRMULAS QUÍMICAS DAS SUBSTÂNCIAS METÁLICAS

Como os metais são formados por átomos do mesmo tipo, a fórmula das substâncias metálicas é representada pelo próprio símbolo do elemento, como por exemplo, a fórmula da substância prata é Ag, da substância ferro é Fe, da substância ouro é Au, e assim por diante. A ligação metálica não possui fórmula eletrônica.

Testando a condutividade elétrica

Em uma aula de Química, a professora e um grupo de estudantes resolveram testar a condutividade elétrica de alguns materiais.

Teste de condutividade elétrica fornece informações que, interpretadas, trazem esclarecimentos sobre ligações químicas. Dependendo do resultado obtido consegue-se descobrir por exemplo, se nos materiais testados os átomos estão eletricamente neutros ou eletricamente carregados.

Foi providenciado um aparelho bem simples de condutividade elétrica, conforme o indicado na imagem 18, embora outros mais sofisticados possam ser utilizados.

Imagem 19: aparelho para teste de condutividade elétrica.



Fonte: Universidade Federal do Pará [2024].

Os testes foram feitos com os seguintes materiais:

Imagem 19: Substâncias testadas.

a) açúcar (sacarose) $C_{12}H_{22}O_{11}$	b) grafite $C_{(g)}$	c) alumínio Al	d) cobre Cu	d) iodo I_2
f) quartzo SiO_2	g) iodeto de potássio KI_2	h) naftaleno $C_{10}H_8$	i) ferro Fe	j) cloreto de sódio NaCl

Fonte: Azevedo (2024).

Procedimento:

Foi testada a condutividade elétrica das substâncias aproximando os terminais do aparelho em cada uma das substâncias em estado sólido ou dissolvidos em água líquida. Nos objetos metálicos, bastou encostar nos terminais. Um cuidado importante foi lavar os terminais entre um teste e outro. Os estudantes criaram uma tabela e foram preenchendo com o resultado observado.

Inicialmente fez-se o teste com a lâmpada comum, de 60 watts. Se o resultado fosse negativo para alguns materiais, isto é, se a lâmpada não acender, substituiu-se pela de neônio, que é de 2 watts e repetindo o teste de condutividade nesses materiais. Essa lâmpada permite detectar correntes elétricas, mesmo de intensidades muito baixas.

Interpretação dos Resultados:

Com alguns materiais a lâmpada de 60 watts acende, o que demonstra que são bons condutores de eletricidade; outros se revelam maus condutores de eletricidade.

Tabela 1. Resultados do teste de condutividade elétrica.

Substância	Condutividade elétrica no estado sólido	Condutividade elétrica dissolvido em água
açúcar sólido	mau condutor	mau condutor
açúcar dissolvido em água	mau condutor	mau condutor
grafite	boa condutora	-----
alumínio	boa condutora	-----
cobre	boa condutora	-----
iodo	mau condutor	mau condutor
quartzo	mau condutor	-----
iodeto de potássio	mau condutor	-----
naftaleno	mau condutor	-----
ferro	bom condutor	-----
cloreto de sódio	mau condutor	bom condutor

Fonte: Azevedo (2024).

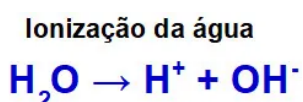
A corrente elétrica resulta do movimento de cargas elétricas - as cargas elétricas responsáveis pela condutividade elétrica de um metal, qualquer que seja ele, são os elétrons. A condutividade elétrica de materiais líquidos como a água e soluções aquosas é explicada pela movimentação de cátions e ânions.

A partir da análise da tabela de resultados, em quais materiais existem o movimento de elétrons e íons?

Experiências através das quais se conseguiu decompor a água demonstraram que essa substância é formada por átomos de hidrogênio e oxigênio, na proporção de 2:1, respectivamente. É por isso que as moléculas de água são representadas pela fórmula H_2O .

O fato de a água conduzir corrente elétrica indica que há presença de íons. Os positivos são os cátions hidrogênio (H^+); os negativos são os ânions hidroxila (OH^-). Como a água é má condutora, pode-se concluir que, em qualquer amostra de água, o número de cátions H^+ e de ânions OH^- é muito pequeno em relação ao número de moléculas de H_2O . Em outras palavras, a concentração de íons é pequena.

Pode-se representar a coexistência de três espécies químicas pela equação seguinte, onde se recorre a um recurso gráfico para indicar a grande quantidade de moléculas em relação à de íons.



O fato de a solução aquosa de açúcar ($C_{12}H_{22}O_{11}$), o iodo (I_2) e o naftaleno ($C_{10}H_8$) serem um mau condutor é indício de que as moléculas dessa substância não fornecem íons. Nas soluções aquosas de sacarose há somente os íons provenientes da água, H^+ e OH^- . As demais partículas são as moléculas de $C_{12}H_{22}O_{11}$ e H_2O .

O sal de cozinha ($NaCl$) e o iodeto de potássio (KI) não conduzem em estado sólido. No entanto, são bons condutores ao serem dissolvidos em água. Isso evidencia que estas substâncias passam a ter movimento de íons e de elétrons ao serem dissolvidos em água. Soluções aquosas dessas substâncias conduzem bem melhor a corrente elétrica do que água. Em outras palavras, a concentração de íons nessas soluções é superior à concentração de íons na água. Esses íons só podem ter sido fornecidos pelo cloreto de sódio e pelo iodeto de potássio. O cloreto de sódio fornece os ânions cloreto (Cl^-) e cátions (Na^+); o iodeto de potássio fornece ânions (I^-) e cátions (K^+).

Os objetos de cobre, alumínio, ferro e grafite demonstraram serem bons

condutores de eletricidade. Isto evidencia que existem elétrons e íons em movimento neles.

ATIVIDADES

1. considere as duas situações seguintes, que podem ocorrer quando dois átomos se aproximam:

A) As atrações elétricas são mais intensas do que as repulsões.

B) As atrações elétricas são menos intensas do que as repulsões.

Em qual dessas situações ocorre ligação química? Justifique.

2. Quando dois átomos iguais se unem, há possibilidade de ocorrer uma ligação iônica ou covalente? Justifique sua resposta.

3. A substância cloreto de hidrogênio (HCl), no estado líquido, praticamente não conduz eletricidade. Entretanto, quando dissolvida em água, forma soluções aquosas que são muito boas condutoras. Qual das três explicações seguintes justifica melhor esse comportamento do HCl?

() As moléculas HCl são formadas por cátions e ânions, o que explica a boa condutibilidade elétrica de soluções aquosas dessa substância.

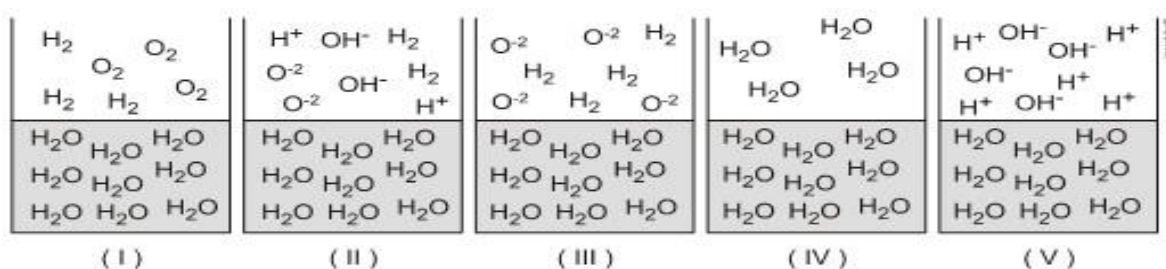
() Nas moléculas HCl os átomos estão unidos por ligações covalentes, a boa condutibilidade elétrica de suas soluções aquosas é devida aos íons H^+ e OH^- provenientes da água.

() Nas moléculas de HCl os átomos estão unidos por ligações covalentes. Na dissolução dessa substância em água os átomos se separam de modo a formar íons H^+ e Cl^- .

4. (FUERN) As fórmulas químicas , KF e F_2 representam, respectivamente, substâncias com ligações químicas dos tipos:

- A) metálica, iônica e covalente.
- B) iônica, metálica e metálica.
- C) covalente, covalente e metálica.
- D) metálica, covalente e iônica.

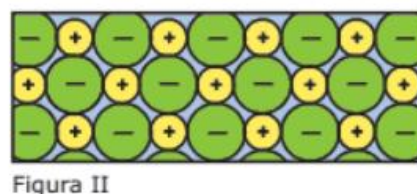
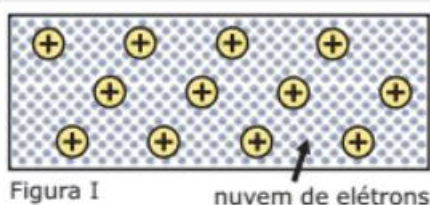
5. (UFTPR) Os cinco desenhos a seguir representam frascos contendo água líquida abaixo da linha horizontal



Indique o desenho que apresenta o frasco que melhor representa a evaporação da água.

- A) I.
- B) II.
- C) III.
- D) IV.
- E) V.

6. (UFMG) Nas figuras I e II, estão representados dois sólidos cristalinos, sem defeitos, que exibem dois tipos diferentes de ligação química



Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que:

- A) a figura II corresponde a um sólido condutor de eletricidade.
- B) a figura I corresponde a um sólido condutor de eletricidade.
- C) a figura I corresponde a um material que, no estado líquido, é um isolante elétrico.
- D) a figura II corresponde a um material que, no estado líquido, é um isolante elétrico.

7. Por que os átomos de gases nobres são encontrados isolados? Por que os demais estão unidos? Justifique sua resposta.

8. Por que certos átomos existem sob a forma de cátions? Por que outros estão sob a forma de ânions? E outros ainda, sob a forma de átomos eletricamente neutros? Justifique sua resposta.

9. A água dissolve quase todas as substâncias. Devido a essa propriedade, os rios, os lagos, lençóis subterrâneos e mares são facilmente poluídos. De acordo com seus conhecimentos, responda os itens a seguir:

- A) Em termos químicos, por que, ao ocorrer um vazamento de um navio petroleiro em um rio ou no mar, o petróleo fica na superfície da água?
- B) O que se pode afirmar sobre a polaridade da mistura de petróleo?

PLANO DE ESTUDOS

Habilidades:

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

(EM13CNT210MG) Reconhecer as leis da natureza, identificar suas ocorrências, avaliar suas aplicações em processos tecnológicos e elaborar hipóteses de procedimentos para a exploração do Cosmos e do planeta Terra.

Unidade Temática:

- Matéria e Energia.

Objetos de Conhecimento:

- Reações Químicas.

Reações Químicas

Existem misturas preparadas pelo homem que podem ser facilmente separadas e seus componentes, recuperados. É o que acontece, por exemplo, com uma mistura de sal de cozinha e água, basta fazer uma destilação para obter novamente a água e sal.

Entretanto, em outros casos, uma vez feita a mistura, é muito difícil e às vezes impossível obter os componentes iniciais. É o caso do pão: para a sua preparação, embora haja inúmeras receitas, todas levam algum tipo de farinha, ovos, fermento e água. Uma vez pronto o pão, não é possível recuperar os ingredientes iniciais. O sabão é outro exemplo, para prepará-lo é aquecido uma mistura de gordura, soda cáustica e água. Logo que se faz a mistura, os componentes podem ser separados, mas após um tempo de aquecimento, forma-se o sabão, um material com propriedades totalmente diferentes das que caracterizam a gordura, a soda cáustica e a água.

Tanto no caso do pão como no caso do sabão, as substâncias que formam as misturas iniciais são diferentes das substâncias que passaram a formar esses dois produtos. Houve, portanto, uma **transformação de substâncias**.

Tabela 2. Algumas misturas preparadas pelo homem e seus componentes

MISTURA	COMPONENTES DA MISTURA
Água sanitária	hipoclorito de sódio , água
Maionese	óleo vegetal, gema de ovo, vinagre ou limão
Aço inoxidável	Ferro, cromo, níquel, carbono
café	água , pó de café
gasolina	hidrocarbonetos (octano, heptano, etc), aditivos
Vinagre	Ácido acético, água

Fonte: AZEVEDO (2024).

Logo,

Transformações em que se formam substâncias diferentes das originais recebem o nome de transformações químicas e reações químicas.

Vamos compreender melhor?

Diferenciando fenômenos físicos e químicos

Em Química, um fenômeno é simplesmente uma transformação sofrida pela matéria. Basicamente existem dois tipos principais de fenômenos, os físicos e os químicos.

Os fenômenos físicos são aqueles em que a constituição do material não muda. Por exemplo, digamos que você amasse um papel. Nesse caso, ele sofreu uma transformação na sua forma, tamanho e aparência, mas continua sendo um papel. Esse é, portanto, um fenômeno físico.

O mesmo ocorre quando a água está no estado sólido e derrete (fusão), ela continua sendo constituída de moléculas de H_2O , o que muda é o arranjo no espaço dessas moléculas. O diagrama abaixo nos mostra isso, pois em qualquer um dos seus três estados de agregação (sólido, líquido e gasoso), a constituição é a mesma. Porém, no estado sólido, as moléculas estão mais próximas umas às outras; no estado líquido, estão mais afastadas, e, no gasoso, estão mais distantes ainda. Isso resulta nas diferenças de características macroscópicas que observamos, tais como o volume e a forma, mas são apenas diferenças físicas.

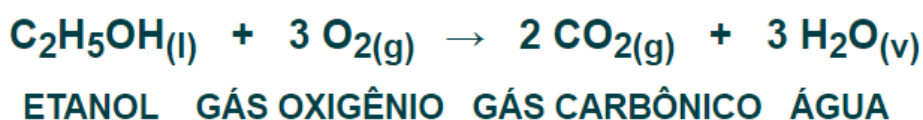
Por outro lado, os fenômenos químicos são aqueles em que a constituição do material muda. Por exemplo, se agora pegarmos o papel mencionado anteriormente e o queimarmos, ele não será mais papel, pois antes ele era

constituído de celulose, mas reagiu com o oxigênio presente no ar e originou gás carbônico e vapor de água, na fumaça, além de carvão (cinzas do papel). Assim, a natureza da matéria foi alterada

Portanto, todo fenômeno químico corresponde, na verdade, a uma reação química, em que os materiais iniciais são chamados de **reagentes** e os finais são chamados de **produtos**. Essas reações costumam ser representadas por equações químicas que seguem o esquema a seguir:

REAGENTES → PRODUTOS

Por exemplo, o etanol (álcool comum) reage com o oxigênio do ar, entrando em combustão. Essa é uma reação química, que se for completa, origina gás carbônico e vapor de água. Sua equação é dada por:



Fonte: Manual da Química [2023].

REAÇÕES QUÍMICAS - COMO RECONHECÊ-LAS?

Para perceber a ocorrência de reações químicas deve-se conhecer a formação de substâncias diferentes das originalmente postas em contato, isto é, misturadas. Essa constatação se dá através de alterações das propriedades específicas.

Um meio de saber se ocorreu uma reação química é observar as alterações do tipo:

Imagem 20: Evidências da ocorrência de reações químicas.



Fonte: Curado (2023).

A observação de eventos a sua volta e a realização de experimentos permite que você identifique algumas reações químicas. Elas ocorreram quando reagentes diferentes são colocados em contato. Este é o caso da maioria das reações. No entanto, quando a água oxigenada (H_2O_2), é exposta a presença da luz, ela se decompõe formando água (H_2O) e oxigênio (O_2), neste caso, um único reagente dá origem a mais de um produto, através da sua decomposição.



Podemos dizer que o **estado inicial** de uma reação química são as substâncias ali presentes antes de se transformarem, nesse caso, a água oxigenada. O **estado final** da reação química é o resultado da transformação das substâncias iniciais nas substâncias agora criadas, a água e o oxigênio são o exemplo desse estado final da reação.

De modo geral é fácil evidenciar a ocorrência de reações químicas, pois os produtos apresentam propriedades específicas diferentes quando comparadas com as dos reagentes. Entretanto, nos casos em que ocorre mudança de cor é preciso um cuidado especial para decidir se houve ou não reação química. Por exemplo, o sabão em pó com corante ao ser dissolvido em água, o corante pode se dispersar, alterando a cor da água. Esse é um fenômeno físico de dispersão. A mistura de uma solução de tinta azul com tinta amarela, pode gerar uma solução verde. Nestes casos não se pode garantir que, apenas pela cor, que houve reação química. A decisão dependerá da verificação de outras propriedades.

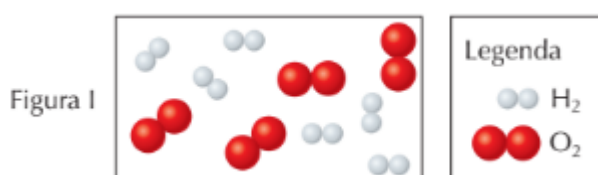
Há casos em que a observação de bolhas de gás deve ser cuidadosamente analisada. O caso de um comprimido efervescente em água não dá margem para dúvidas, o gás que se desprende é um produto da reação. No entanto, há casos em que as bolhas não evidenciam reação química. Por exemplo: Quando se abre uma garrafa de refrigerante ou qualquer outra bebida gaseificada escapam bolhas de um gás, chamado dióxido de carbono (CO_2), que estava dissolvido, sob pressão, no líquido. A pressão diminui quando a garrafa é aberta e, como consequência, há escape de gás.

ATIVIDADES

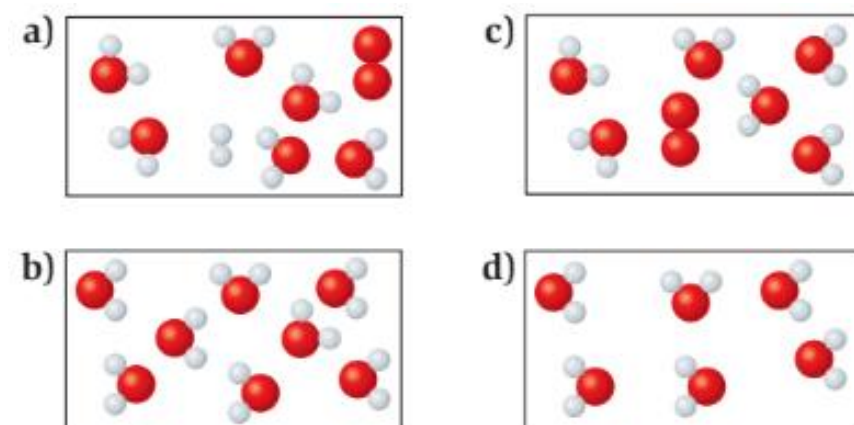
1. Quando é feita a limpeza de um ferimento utilizando água oxigenada ocorre uma efervescência. O que evidencia se houve ou não uma reação química?

2. (UFMG) Uma mistura de hidrogênio, $\text{H}_2(\text{g})$, e oxigênio, $\text{O}_2(\text{g})$, reage, num recipiente hermeticamente fechado, em alta temperatura e em presença de um catalisador, produzindo vapor de água, $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ (cores fantasiosas).

A figura I representa a mistura antes da reação.



Supondo que a reação seja completa, o desenho que representa o estado final do sistema dentro do recipiente, considerando a quantidade de moléculas representadas para o estado inicial, é



3. (PUC-SP) Considere a seguinte receita caseira para o preparo de um bolo de fubá:

- I. Misture bem 3 ovos, 2 xícaras de açúcar, $1\frac{1}{2}$ xícara de fubá, 1 xícara de leite, 6 colheres (das de sopa) de óleo, 1 colher (das de sopa) de fermento químico e bata bem até ficar uma massa uniforme.
- II. Acrescente erva-doce a gosto e despeje na assadeira previamente untada.
- III. Leve ao forno pré-aquecido até que o bolo esteja assado e corado.

Há ocorrência de transformação química em:

- A) I, somente.
- B) II, somente.
- C) III, somente.
- D) I e III, somente.
- E) I, II e III.

PLANO DE ESTUDOS

Habilidades:

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

Unidade Temática:

- Termoquímica.

Objetos de Conhecimento:

- Matéria e energia.

O que é Termoquímica?

A Termoquímica é uma parte da química que estuda as trocas de calor, ou seja, a transferência de energia envolvida durante as reações químicas. Além disso, a termoquímica também se ocupa em entender a transferência de calor existente nos fenômenos físicos, como as transformações de estados físicos entre os estados sólido, líquido e gasoso.

Para uma melhor compreensão do assunto é importante conhecer os principais conceitos da termodinâmica. São eles:

- **Calor:** é a energia térmica envolvida nas reações químicas. O calor sempre ocorre do corpo de maior temperatura, ou seja, mais quente, para o corpo de temperatura mais baixa, isto é, mais frio.
- **Energia:** a energia consiste na capacidade de realizar trabalho ou transformar calor.
- **Trabalho:** é a força aplicada em um objeto para deslocá-lo de um ponto a outro. Corresponde a troca de energia sem que haja diferenças de temperatura.

Como medimos as trocas de calor/energia?

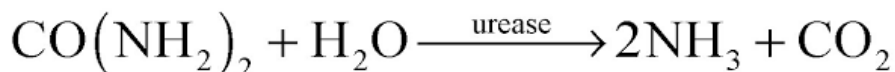
A entalpia é um conceito relacionado à termoquímica que consiste na quantidade de energia trocada entre as substâncias. No Sistema Internacional de Unidades (SI) essa grandeza física é medida em joules (J). Caracterizada pela letra H de um sistema, a entalpia tem relação com a energia interna de cada substância. Contudo, não é possível medir o valor máximo de entalpia de cada substância de forma separada, e sim a variação de entalpia de uma reação, medida através de aparelhos chamados de calorímetros.

Na termoquímica, as reações químicas que ocorrem durante as trocas de energia na forma de calor são divididas em reações exotérmicas e endotérmicas.

Reações Endotérmicas

Na termoquímica, as reações químicas, como dito acima, podem absorver ou liberar energia. A troca de calor entre as substâncias acontece entre o corpo que contém maior temperatura para o que possui menor temperatura. A reação endotérmica acontece pela absorção de calor. Se você envolver uma xícara com água morna com suas mãos, em poucos segundos perceberá que as mãos aqueceram, absorvendo o calor da superfície da xícara.

As reações endotérmicas são caracterizadas pela sensação de resfriamento. Um bom exemplo de reação endotérmica ocorre ao misturarmos uréia $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ e água (H_2O) num vasilhame. Se o tocarmos, sentiremos que ele resfriará, já que essa não é apenas uma mistura, mas uma reação química que ocorre após juntarmos esses dois reagentes que formarão, após a reação endotérmica, amônia (2NH_3) e gás carbônico (CO_2):



Podemos representar uma reação endotérmica de forma genérica desse modo:



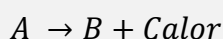
Para sintetizar, imagine o exemplo de um bolo. Após misturar os diversos ingredientes, se você deixar o bolo sobre uma mesa ele não vai assar, continuará sendo uma massa crua. No nosso exemplo aqui, o bolo (mistura de ingredientes que chamaremos de reagentes da nossa reação química) é o X e ele precisará de uma energia inicial para desencadear a reação química (Calor) e então resultará em um produto da reação química (Y) que é o bolo assado.

Reações Exotérmicas

Na termoquímica, a reação exotérmica é o oposto da reação endotérmica. Nesse caso o que ocorre é a liberação de calor durante as reações químicas. A sensação caracterizada por esse fenômeno é de aquecimento. Um exemplo do cotidiano que consiste na reação exotérmica é aquecer as mãos numa fogueira. A combustão da lenha libera calor para o meio externo, causando a sensação de aquecimento.

Ainda utilizando o exemplo da combustão, temos a queima do álcool, da gasolina e do óleo diesel dos automóveis, além da queima de papel e gases aplicados nas reações que liberam calor.

Desse modo, as reações exotérmicas podem ser representadas genericamente através dos reagentes (A) que, após a reação química (representada pela seta), vão resultar nos produtos (B) e na liberação de calor.



Reações químicas nas transformações de estados físicos

Muito importante entender que as transformações que ocorrem durante as mudanças de estados físicos da água também fazem parte da termoquímica. A transformação que ocorre do estado sólido para o estado líquido e do líquido para o gasoso, por exemplo, é uma reação endotérmica, pois para passar por esses três estados a água sofre um aumento da energia térmica. Já quando a transformação acontece entre os estados de vapor para o estado líquido, e do líquido para o estado sólido, a água sofre uma diminuição de energia, isto é, ela sofreu uma reação exotérmica.

Fonte: adaptado de Mendes (2019).

Conservação da Energia

Qualquer transformação química, a energia total do sistema e do ambiente ao redor permanece constante. Esse princípio é conhecido como a **Lei da Conservação de Energia**. O cientista Lavoisier é o autor na frase: “na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”. Mas, o que isso quer dizer na prática?

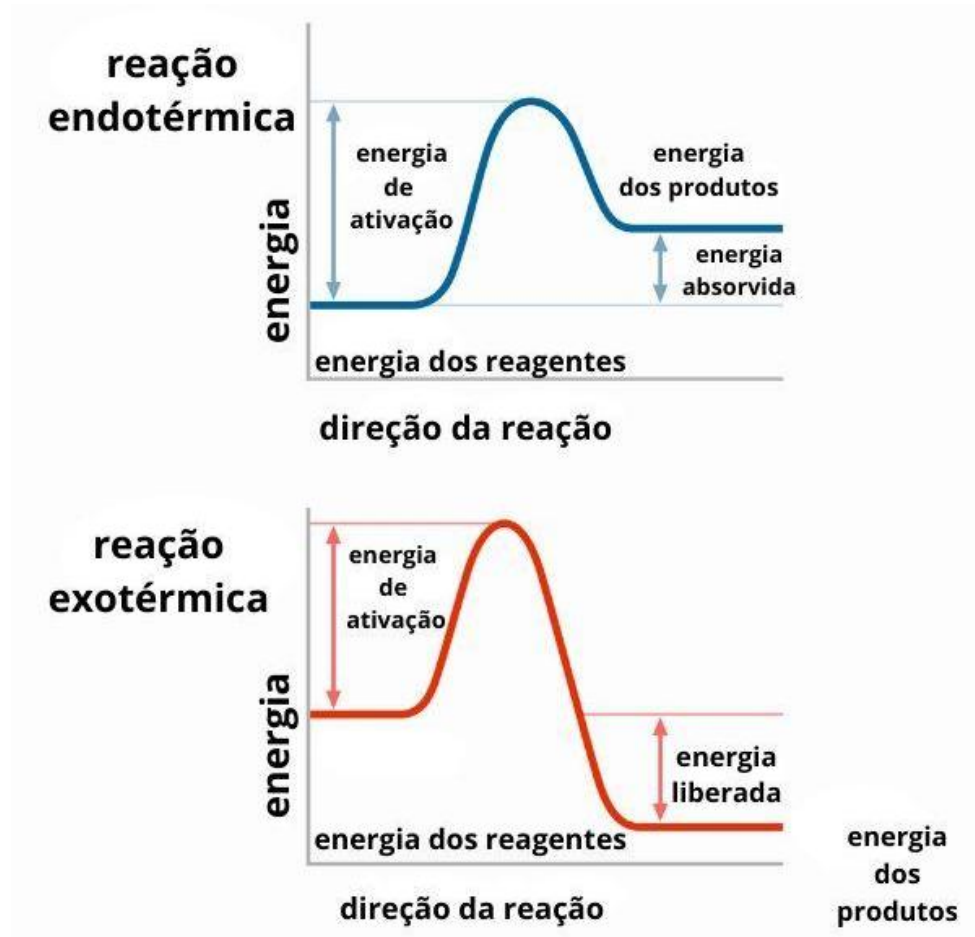
Em qualquer conversão de energia, há sempre uma perda. Na maioria dos casos, essa perda acontece na forma de calor, como no aquecimento de um computador ou televisor em funcionamento e no calor do cano de escape de um carro em movimento. Nesse caso, a energia final resultante do processo nunca será equivalente à energia útil. Esta última sempre será inferior, ao considerar que existem as perdas. Convém mencionar que, além

das perdas na conversão, também existem aquelas que ocorrem durante a transmissão da energia, como no caso da energia elétrica, que percorre longas distâncias das centrais até chegar aos consumidores.

Representação Gráfica das Transformações Energéticas

Podemos representar as transformações energéticas através de diagramas de energia, que mostram a variação de energia durante uma reação. Um gráfico típico inclui a energia dos reagentes, produtos e a energia de ativação (a barreira energética que deve ser superada para a reação ocorrer). Veja o exemplo a seguir:

Imagem 21: Gráficos representativos de processos endo e exotérmicos.



Fonte: Araujo [2024].

Conversão da Energia

Diversas são as situações, inclusive quotidianas, com as quais nos deparamos com a **conversão de energia**. Uma delas é a geração de energia elétrica.

Existem na natureza cinco formas de energia: mecânica, térmica, elétrica, química e atômica. Listamos alguns exemplos de conversão de energia a partir dessas formas:

Energia química em energia elétrica: a energia química presente numa pilha ou bateria transforma-se em energia elétrica para que os equipamentos funcionem.

Energia potencial em energia elétrica: numa central hidroelétrica, a energia potencial acumulada na queda de água é convertida em energia elétrica e transmitida até aos consumidores finais.

Energia química em energia mecânica: a energia química contida nos combustíveis é transformada, através de reações, em energia térmica e mecânica. Desta forma, o carro pode movimentar-se.

Energia elétrica em energia térmica: a energia elétrica é transformada em energia térmica em variados equipamentos elétricos, como no chuveiro ou num ferro de passar.

Relembrando: Em qualquer transformação química, a energia total do sistema e do ambiente ao redor permanece constante. Esse princípio é conhecido como a Lei da Conservação de Energia.

As calorias dos alimentos em nosso corpo

A caloria é uma unidade de energia utilizada para quantificar os nutrientes dos alimentos, tal como carboidratos, lipídios e proteínas após o processo de metabolização nos organismos vivos. E, apesar de serem vistas como vilãs, as calorias levam consigo o preconceito de prejudicar a boa forma (geralmente as mulheres têm mais dificuldades para perder peso do que os homens), porém analisando por um olhar científico elas exercem funções básicas no organismo, como por exemplo, dar energia para todas as funções metabólicas, ajudar a manter a temperatura do corpo, auxiliar os batimentos cardíacos, favorecer a visão, além de outros.

Através de processos metabólicos, o corpo “queima” as calorias, ou seja, as enzimas decompõem as gorduras em glicerol e ácidos graxos; as proteínas em aminoácidos; e os carboidratos em glicose e outros açúcares. Depois, as moléculas são transportadas para as células através da corrente sanguínea. Nas células, as moléculas geradas na metabolização do organismo são absorvidas. Em seguida, elas podem tomar dois caminhos: serem utilizadas imediatamente ou serem enviadas para o estágio final do metabolismo para liberarem energia.

Então, se as calorias também são importantes para o organismo, mas estamos sempre lutando para perder mais do que ganhar calorias, o que é preciso ser feito para que a quantidade de calorias não ultrapasse a necessária para o nosso corpo? A resposta é simples: praticar atividade

física regularmente e tomar cuidado com a quantidade de calorias ingeridas diariamente, pois o corpo é como uma bateria, se você ingere mais energia do que gasta, ele guarda sob a forma de gordura.

Há ainda alimentos chamados pelos nutricionistas como calorias “vazias” e calorias “cheias”. No caso das calorias “vazias”, elas são representadas pelo baixo valor nutricional dos alimentos, pois existe pouco ou nenhum nutriente neles. Por isso, esses alimentos são chamados de Hipercalóricos, não são saudáveis, portanto, devem ser consumidos com moderação, são exemplos, os alimentos provenientes de lojas “fast foods”. Já os alimentos com calorias “cheias” possuem grande valor nutricional e baixa caloria, fazem parte de uma dieta saudável, desse modo devem ser consumidos em maior quantidade. Pode-se exemplificar as fibras, frutas e verduras, dentre outros.

Sabe-se que quando a quantidade ingerida de calorias é maior que a quantidade gasta, a pessoa engorda, e quando o consumo de calorias é menor, ela emagrece. Segundo a Organização Mundial da Saúde, a quantidade de calorias que deve ser consumida diariamente é 2.500 kcal para um adulto. No entanto, cada organismo necessita de uma determinada quantidade para funcionar bem, por isso, é preciso levar em consideração alguns aspectos como o metabolismo de cada pessoa, sexo, idade, peso, altura e rotina de exercícios físicos. Afinal, há pessoas que querem perder peso, outras desejam ganhar peso ou massa muscular. Assim sendo, o ideal é que a pessoa procure por um nutricionista para que ele possa elaborar uma dieta personalizada levando em conta todas as suas características.

Fonte: Lima (2020).

ATIVIDADES

1. Quando comemos alimentos, eles passam por reações químicas em nosso corpo. Alguns alimentos liberam energia durante a digestão, enquanto outros precisam de energia para serem digeridos.

Qual é o efeito do consumo de alimentos na energia do corpo humano?

- () Todos os alimentos liberam energia durante a digestão.
- () Alguns alimentos liberam energia, enquanto outros precisam de energia para serem digeridos.
- () A digestão não envolve reações químicas.
- () A energia do corpo não é afetada pelo consumo de alimentos.

() A digestão apenas consome energia do corpo, não liberando nada.

2. Alquimia subterrânea transforma mina de carvão em mina de hidrogênio. Em uma área de mineração de carvão localizada no sul da Polônia, um grupo de cientistas está usando uma mina de carvão para avaliar experimentalmente um método alternativo para a produção de energia limpa e, assim, oferecer uma utilização para pequenos depósitos de carvão ou minas exauridas, que são tradicionalmente deixados de lado, representando passivos ambientais. Na teoria e no laboratório, a injeção de oxigênio e de vapor no carvão resulta na produção de hidrogênio. No processo, o oxigênio líquido é colocado em um reservatório especial, localizado nas galerias da mina de carvão, onde se transforma em oxigênio gasoso, começando o processo denominado de gaseificação de carvão.

Fonte: Adaptado de: www.inovacaotecnologica.com.br

A passagem do oxigênio líquido para oxigênio gasoso é uma transformação física:

- () exotérmica, classificada como fusão;
- () exotérmica, classificada como ebulição;
- () endotérmica, classificada como liquefação;
- () endotérmica, classificada como evaporação.

3. De acordo com o texto, o emagrecimento é um processo em que ocorre:

- () queima de calorias e gasto energético;
- () acúmulo de calorias e aumento energético;
- () queima de calorias e aumento energético;
- () acúmulo de calorias e gasto energético.

4. Enumere os exemplos de acordo com a classificação de processos exotérmicos ou endotérmicos:

1 – Processo Exotérmico

2 – Processo Endotérmico

- () Queima de velas.
- () Ebulição (fervura) da água.
- () Combustão da gasolina no motor de um carro.
- () Liquefação da água (derretimento da água em estado sólido – gelo – passando ao estado líquido)
- () Fotossíntese.
- () Assar um bolo.
- () Respiração celular.

PLANO DE ESTUDOS

Habilidades:

(EM13CNT106) Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.

(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas, tecnológicas, entre outras) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.

Unidade Temática:

- Matéria e Energia.

Objetos de Conhecimento:

- Cinética Química.

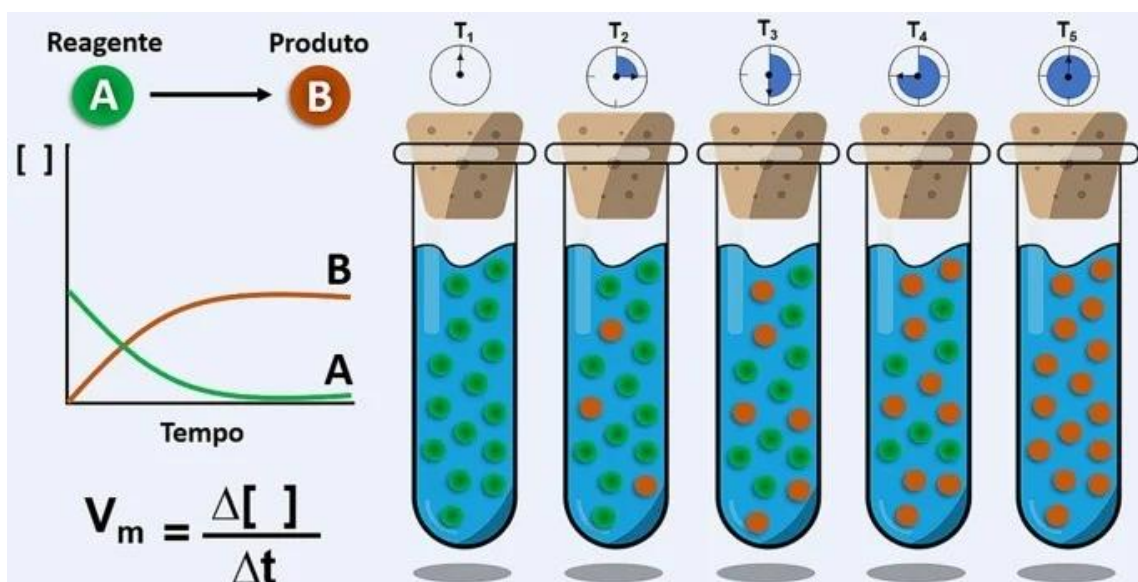
Cinética Química

As reações químicas, responsáveis por moldar nosso universo desde a explosão das estrelas até a digestão do nosso alimento, podem ocorrer em velocidades impressionantemente diferentes.

Os químicos buscam mecanismos que permitam o controle das reações químicas, diminuindo seus efeitos prejudiciais às pessoas e ao ambiente. Esses conhecimentos permitem aumentar o rendimento de certas reações ou retardar outras que são indesejáveis, possibilitando o melhor emprego da Química em diferentes situações do cotidiano como, por exemplo, na conservação de alimentos. O campo que estuda os fatores que influenciam na velocidade das reações químicas e os mecanismos por meio dos quais eles se processam é a **Cinética Química**.

A Velocidade Média (V_m) de uma reação química é a variação na quantidade de um reagente ou produto $\Delta[]$ em um determinado intervalo de tempo Δt e pode ser representada graficamente ou em esquemas ilustrativos como da Imagem 22.

Imagem: Representação da velocidade de uma reação química através de ilustração, fórmula e gráfico.

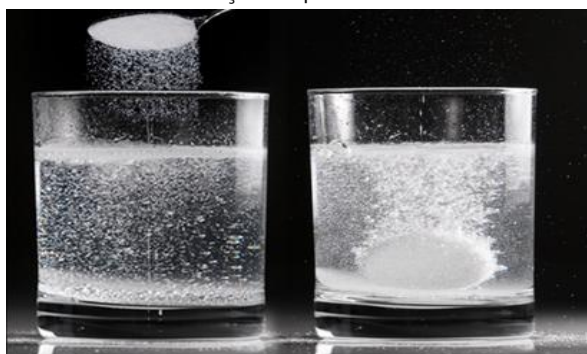


Fonte: Batista [2024].

Entre os fatores que influenciam a rapidez com que uma reação se processa, temos:

Superfície de contato: Quanto maior a superfície de contato, maior a velocidade da reação. Isso pode ser facilmente compreendido quando observamos a velocidade da reação de um comprimido efervescente ao entrar em contato com a água e esse mesmo comprimido, esmagado e transformado em grãos finos (Imagem 23). Quando mastigamos o alimento antes de ingerir, estamos fragmentando porções maiores em pedaços cada vez menores, facilitando a ação das enzimas digestivas, que terão maior área de superfície de contato para atuar, o que acelera o processo de digestão. Ao comeremos muito rapidamente, é comum sentirmos indisposição, pois retardamos o processo digestivo e levamos à liberação de neurotransmissores que induzem uma reação de cansaço, para pouparmos energia para uma digestão mais difícil.

Imagem 23: Diferentes superfícies de contato resultam em velocidades diferentes das reações químicas.



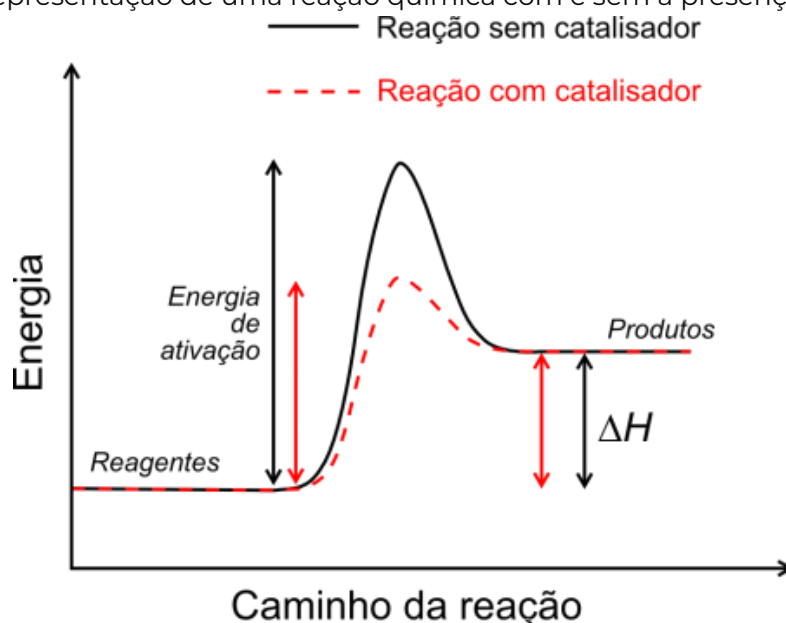
Fonte: Fogaça [2024].

Temperatura: O aumento na temperatura resulta no aumento da energia cinética, ou seja, do movimento das moléculas, aumentando a chance de colidirem, o que resulta em maior velocidade das reações.

Catalisadores: Sua principal tarefa nos sistemas é reduzir a energia de ativação, o que aumenta diretamente a velocidade do processo. A indústria química é extremamente dependente dos catalisadores, tanto na produção de matérias-primas como nos produtos finais. Os catalisadores são responsáveis por acelerar as reações químicas sem serem alterados ou consumidos pelo processo, ou seja, não fazem parte dos produtos da reação.

Além disso, eles possibilitam a obtenção de produtos com maior qualidade e pureza. Em nosso organismo existem vários catalisadores biológicos envolvidos nos processos metabólicos, geralmente são conhecidos como enzimas e estão envolvidos em todas as reações químicas que mantêm nosso organismo funcionando. As enzimas catalisam as reações de oxidação e redução de compostos orgânicos complexos, a transferência de grupos funcionais, a hidrólise de ligações de vários tipos, a destruição de ligações químicas, a alteração da isomerização de moléculas ou a formação de novas ligações covalentes.

Imagem 24: Representação de uma reação química com e sem a presença de catalisador.



Fonte: adaptado de Bkell (2006).

Concentração dos reagentes: Com o aumento da concentração dos reagentes há um aumento no número de choques efetivos entre suas partículas constituintes, o que resulta em um aumento da velocidade da reação.

O modelo corpuscular e cinético, estudado no módulo I deste curso, é uma excelente ferramenta utilizada para explicar os mecanismos das reações químicas e a rapidez de cada reação. Essa explicação é chamada de **teoria das colisões**.

De acordo com essa teoria, para que uma reação química ocorra, é necessário que as partículas dos reagentes colidam entre si de maneira específica:

- A) Colisão eficaz:** Nem toda colisão leva a uma reação. Apenas as colisões com **orientação espacial adequada** e **energia cinética mínima** (chamada de energia de ativação) são consideradas eficazes. Imagine duas peças de quebra-cabeça: apenas se encaixarem perfeitamente formarão a imagem completa.
- B) Formação do complexo ativado:** No momento da colisão eficaz, as partículas dos reagentes se unem temporariamente em uma estrutura instável chamada **complexo ativado**. Essa estrutura representa o pico de energia da reação.
- C) Quebra de ligações e formação de produtos:** Se o complexo ativado tiver energia suficiente para romper as ligações químicas dos reagentes, ele se desfaz, formando os produtos da reação. Imagine um prédio em demolição: a implosão concentra energia para derrubar a estrutura original, dando lugar a algo novo.

ATIVIDADES

1. Alguns medicamentos são apresentados na forma de comprimidos que, quando ingeridos, se dissolvem lentamente no líquido presente no tubo digestório, garantindo um efeito prolongado no organismo. Contudo, algumas pessoas, por conta própria, amassam o comprimido antes de tomá-lo. Quais consequências podem resultar desse procedimento?

2. A seguir, são descritas reações químicas que possuem velocidades diferentes. Analise cada um dos exemplos e coloque-as em ordem crescente de velocidade.

() **Reações de precipitação:** Em soluções aquosas, a mistura de certos compostos iônicos pode levar à formação instantânea de um precipitado sólido. Por exemplo, a adição de nitrato de prata a uma solução de cloreto de sódio resulta na formação de um precipitado branco de cloreto de prata. Imagine dois líquidos se misturando e, de repente, um novo sólido se formando em um processo químico rápido e visível.

() **Remodelação óssea:** Nosso esqueleto, em constante renovação, é remodelado por células especializadas que removem e depositam novo tecido ósseo. Esse processo, chamado remodelação óssea, leva anos para ser concluído, garantindo a força e a densidade óssea adequadas.

() **Desenvolvimento do colágeno:** O colágeno, proteína essencial para a pele, ossos e cartilagens, sofre um processo gradual de degradação e reestruturação ao longo dos anos. Essa renovação lenta contribui para o aparecimento de rugas, perda de elasticidade da pele e dores articulares relacionadas à idade.

() **Explosões:** Misturas de gases combustíveis, como propano e oxigênio, quando confinados em um espaço, podem reagir instantaneamente em uma explosão violenta. A rápida geração de calor e gases expande o volume rapidamente, liberando energia com força devastadora. Pense em fogos de artifício ou na explosão de um motor: a química em ação em um piscar de olhos.

3 - Por medida de segurança, tem-se recomendado a venda de álcool em gel, com baixo teor alcoólico, para evitar acidentes. A melhor explicação desse fato, considerando a teoria das colisões, é:

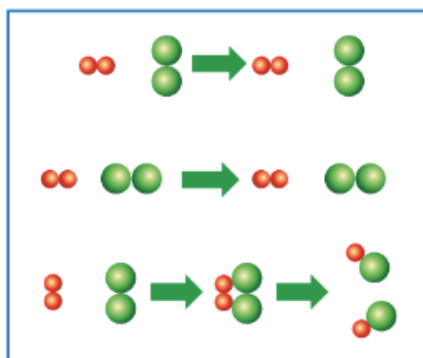
() O álcool em gel foi fabricado para ter menor energia cinética e quanto maior a energia cinética das partículas, maior será o número de choques efetivos e a rapidez da reação.

() O álcool em gel é quase sólido e quanto maior o número de partículas dos reagentes, maior será a probabilidade de choques entre elas e, conseqüentemente, mais rápida será a reação.

() Um dos fatores que podem alterar a rapidez de uma reação é a concentração das espécies químicas envolvidas – os reagentes. No álcool em gel, o teor alcoólico é alto, o que explica o fato de não ser explosivo.

() O álcool em gel tem superfície de contato menor que o líquido, além de ter concentração menor, pois é uma mistura com água; sendo assim, queima mais lentamente.

4 - Observe a figura abaixo, sobre as orientações da colisões e as afirmativas I a III.



- I. Para que possa, efetivamente, ocorrer a formação do produto, o choque das moléculas deve ter uma orientação favorável, ou seja, a colisão deve ser efetiva.
- II. Todas as colisões mostradas na imagem têm orientação favorável, pois apresentam energia suficiente para colidir.
- III. Somente na terceira colisão ocorre a formação do produto com colisões efetivas.

São corretas as proposições:

- A) I e II.
- B) I e III.
- C) I, II e III.
- D) II e III.
- E) Somente a III.

5. Relacione a 2ª coluna de acordo com a 1ª e indique a sequência correta:

1º coluna

- (1) O feijão geralmente é cozido em uma panela de pressão.
- (2) Para cozinhar rapidamente alguns legumes, costuma-se cortá-los em pedaços menores.
- (3) A palha de aço é guardada de um dia para o outro dentro de uma vasilha coberta com sabão.
- (4) Alimentos que sobraram de uma refeição são guardados em potes de plásticos tampados na geladeira.

2º coluna

- () Resfriamento para diminuir a rapidez das reações.
- () Impedimento da reação por meio da separação dos reagentes.
- () Aumento da superfície de contato para elevar a rapidez da reação.

() O aumento da temperatura e pressão que eleva a rapidez das reações.

A sequência correta é:

- A) 4 – 2 – 3 – 1
- B) 3 – 2 – 4 – 1
- C) 4 – 2 – 1 – 3
- D) 4 – 3 – 2 – 1
- E) 3 – 2 – 2 – 1

6. Os sais de fruta, nome popular, são medicamentos antiácidos estomacais. Eles podem ser ingeridos como comprimido ou pó efervescente. Quando os colocamos em água, inicia-se uma reação química. Em qual das alternativas esse processo ocorre mais rapidamente:

- () Em pó na água morna.
- () Pulverizado em água gelada.
- () No formato de comprimido em água morna.
- () Em formato de comprimido em água gelada.
- () Em pó em água à temperatura ambiente.

REFERÊNCIAS

AMBROGI, A. **Química para o Magistério**. Porto Alegre: Harbra, 1995. 142 p.

APARELHO para teste de condutividade elétrica. Água, sal e condutividade elétrica. [2024], [Belém, PA]. Universidade Federal do Pará. Laboratório de Demonstrações. Disponível em: <https://www.labdemon.ufpa.br/eletricidade-e-magnetismo/agua-sal-e-condutividade-eletrica> Acesso em 25 jun. 2024.

ÁTOMO. ARAÚJO, L. B. M. [2024], [s.l.]. *In*: Manual da Química. Disponível em: <https://www.manualdaquimica.com/quimica-geral/atomo.htm>. Acesso em: 20 mai. 2024.

AZEVEDO, A. Tabela 1: Resultados do teste de condutividade elétrica. Belo Horizonte, 2024.

AZEVEDO, A. Tabela 2: Tipos de forças entre as moléculas. Elaborado com Canva. Belo Horizonte, 2024.

AZEVEDO, A. Tabela 2: Dados dos gases nobres. Belo Horizonte, 2024.

BATISTA, Carolina. Cinética Química. [2024], [s.l.]. *In*: **Toda Matéria**. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/cinetica-quimica/>. Acesso em 28 jun. 2024.

CHAVES, L. M. M. P.; SANTOS, W. D.; CARNEIRO, M. H. (2014). História da ciência no estudo de modelos atômicos em livros didáticos de química e concepções de ciência. **Química Nova na Escola**, 36(4), 269-279.

DIFERENTES superfícies de contato resultam em velocidades diferentes das reações químicas. Fogaça Jennifer Rocha Vargas. Superfície de Contato e Velocidade das Reações. [2024], [s.l.]. *In*: Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/superficie-contato-velocidade-das-reacoes.htm>. Acesso em 28 de jun. de 2024.

EVIDÊNCIAS da ocorrência de reações químicas. Curado, A. [2023], [s.l.]. *In*: **Conhecimento Científico**. Disponível em: <https://conhecimentocientifico.r7.com/transformacoes-quimicas/> Acesso em 25 jun. 2024.

GRÁFICOS representativos de reações endo e exotérmicas. ARAÚJO, L. B. M. Entalpia. [2024], [s.l.]. *In*: **Mundo Educação**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/entalpia.htm> Acesso em 28 jun, 2024.

MOLÉCULA de água. *In*: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2023. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MoI%C3%A9cula_de_%C3%A1gua.png. Acesso em: 24 jun. 2024.

FÓRMULA estrutural e espacial do metano (CH₄). SANTOS, T. A. F. Belo

Horizonte, 2024.

FÓRMULAS químicas geral das substâncias iônicas. [2024], [s.l.]. In: BRASIL ESCOLA. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/formulas-para-representar-as-ligacoes-ionicas.htm>. Acesso em 24 jun. de 2024.

LIGAÇÃO iônica entre sódio e cloro. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2023. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Legame_ionico_fra_sodio_e_cloro.svg. Acesso em: 24 jun.2024.

LIMA, Ana Luiza Lorenzen. **Modelos atômicos**. Brasil Escola. [s.l.] [2023]. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/modelos-atomicos.htm> > . Acesso em 27 de maio de 2024.

LIMA, F. R. G. **Sequência Didática no ensino de Termoquímica Baseado em Experimentos Investigativos**. 2020. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, 2020. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/722519/2/Francisca%20Reginaria%20Gomes%20Lima.pdf> Acesso em: 03 jun. 2024.

LISBOA, J. C. et al. **Ser Protagonista: Química**. Volume 1, 3ª Ed. São Paulo: SM, 2016.

MANUAL DA QUÍMICA. **Diferenciando fenômenos físicos e químicos**. [2024], [s.l.]. Disponível em: <<https://www.manualdaquimica.com/quimica-geral/fenomenos-fisicos-quimicos.htm>> Acesso em 25 jun. 2024.

MENDES, M. Termoquímica. [2019], [s.l.]. In: **Educamaisbrasil**. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/quimica/termoquimica> Acesso em 28 jun. 2024.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação. **Currículo Referência de Minas Gerais: Ensino Médio**. Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <https://acervodenoticias.educacao.mg.gov.br/images/documentos/Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%Aancia%20do%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf>. Acesso em: 23 maio 2024.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação. **Plano de Curso: ensino médio**. Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024. Disponível em: <https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/index.php/plano-de-cursos-crmg>. Acesso em: 23 maio 2024.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação. Plano de Estudo Tutorado. 3º Ensino Médio vol.3. 2021. Disponível em: https://www.eemachadodeassis.com/_files/ugd/d7999b_ccb8863c6bba4aac936ea0ef29a55b2d.pdf Acesso em: 25 jun. 2024.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação. **Material de Apoio Pedagógico para Aprendizagem**. 1º ano. Ensino Médio - Ciências da Natureza e suas tecnologias. 1º bimestre. Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1byn1bAVqf0XNK_whN9Jjs3PKoA_Gf66i/view. Acesso em: 23 maio 2024.

MORTIMER, E. *et al.* Matéria, Energia e Vida. Uma Abordagem Interdisciplinar. 1ª Edição, São Paulo, 2020.

LIGAÇÃO iônica entre sódio e cloro. Novais, S. A. [2024], s.l.]. In: **Manual da Química**. Disponível em: <https://www.manualdaquimica.com/quimica-geral/ligacoes-quimicas.htm> Acesso em 25 jun. 2024.

ORGANIZAÇÃO dos átomos na molécula e a formação de dipolos elétricos. [2014], [s.l.]. In: **Clube da Química**. Disponível em: <https://clubedaquimica.com/2023/03/11/porque-saber-se-uma-molecula-e-polar-ou-apolar/> Acesso em 25 jun. 2024.

REIS, M. **Química: Manual do Professor**. Volume 1, 1ª Ed. São Paulo: Ática, 2013.

REPRESENTAÇÃO de uma reação química com e sem a presença de catalisador. Bkell, B. [2006], [s.l.]. In: **Wikipedia**. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Activation_energy.svg Acesso em 28 jun. 2024.

SUBSTÂNCIAS testadas. AZEVEDO, A. Elaborado com Canva. Belo Horizonte, 2024.

USBERCO, J. SALVADOR, E. **QUÍMICA**. 5ªed. São Paulo: Saraiva, 2005. Volume único.