

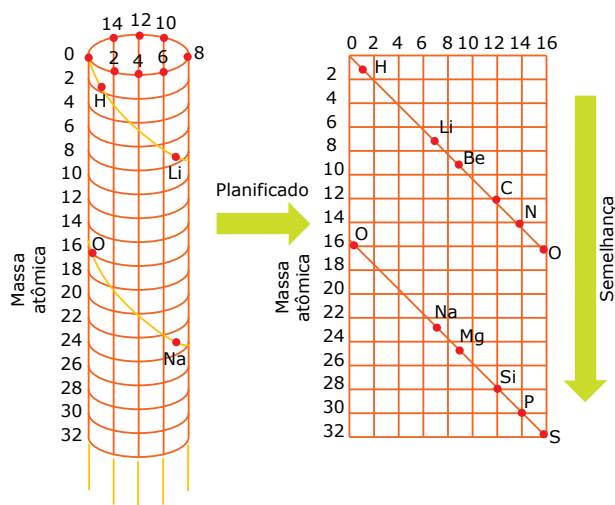
## Classificação Periódica

### HISTÓRICO

A classificação periódica é uma organização dos elementos químicos com a finalidade de evidenciar algumas semelhanças em suas propriedades físicas ou químicas. Vários estudiosos tentaram criar um sistema de classificação dos elementos.

O primeiro foi o químico alemão **Johann Wolfgang Döbereiner**, que, em 1829, agrupou os elementos em **tríades**. Essas tríades eram grupos de três elementos com massas atômicas diferentes, porém com propriedades químicas muito semelhantes. A massa atômica do elemento central da tríade era a média das massas atômicas do primeiro e do terceiro membros. Os elementos cloro, bromo e iodo formavam uma tríade; lítio, sódio e potássio formavam outra, mas muitos dos metais importantes não puderam ser agrupados em tríades.

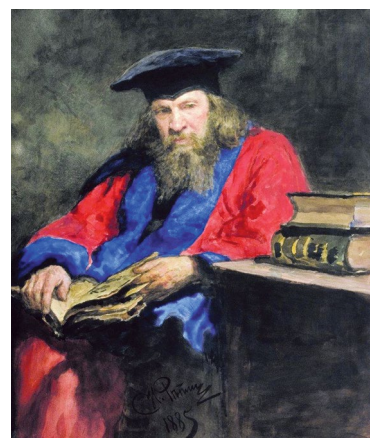
Em 1863, o geólogo e mineralogista francês **Alexandre-Emile Béguyer de Chancourtois** dispôs os elementos em uma espiral traçada nas paredes de um cilindro, em ordem crescente de massa atômica. Tal classificação recebeu o nome de **parafuso telúrico**. Apesar da importância desse trabalho, ele foi ignorado por muitos químicos por conter muita informação geológica.



O parafuso telúrico de Chancourtois.

Outra tentativa de classificação periódica foi feita, em 1864, pelo químico **John Alexander Reina Newlands**. Ele afirmava que os elementos poderiam ser arranjados em um modelo periódico de **oitavas**, ou grupos de oito, na ordem crescente de suas massas atômicas. A ideia de Newlands, entretanto, foi ridicularizada pela analogia com os sete intervalos da escala musical. A base teórica que permite a organização atual dos elementos – número atômico e mecânica quântica – era desconhecida naquela época e permaneceu assim por várias décadas.

Em 1869, **Dimitri Ivanovich Mendeleev**, um químico nascido na Sibéria, enquanto escrevia um livro de Química Inorgânica, conseguiu criar um sistema de organização dos elementos químicos de uma forma muito parecida com a classificação periódica moderna. Mendeleev criou uma carta para cada um dos 63 elementos conhecidos na época. Cada carta continha o símbolo do elemento, a massa atômica e suas propriedades químicas e físicas. Colocando as cartas em uma mesa, organizou-as em ordem crescente de suas massas atômicas, agrupando-as em elementos de propriedades semelhantes. Formou-se, então, a tabela periódica. A vantagem da tabela periódica de Mendeleev sobre as outras era que ela exibia semelhanças entre grupos diversos de elementos e não apenas em pequenos conjuntos, como as anteriores. Mostrava semelhanças em uma rede de relações vertical, horizontal e diagonal. Em 1906, Mendeleev foi agraciado com o Prêmio Nobel por esse brilhante trabalho.



Dimitri Ivanovich Mendeleev.

Em 1913, o cientista britânico **Henry Moseley** descobriu que o número de prótons no núcleo dos átomos de um determinado elemento é sempre o mesmo. Quando os elementos foram arranjados de acordo com o aumento do número atômico, alguns problemas existentes na tabela de Mendeleev deixaram de existir e, por isso, a tabela periódica moderna foi baseada no número atômico dos elementos.

## CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA ATUAL

A tabela periódica moderna traz os elementos em ordem crescente de seus números atômicos em **linhas** (horizontal), de modo que elementos com propriedades químicas semelhantes fiquem nas mesmas **colunas** (vertical).

As linhas são também chamadas de **séries** ou **períodos** e reúnem elementos cujos átomos possuem o mesmo número de níveis eletrônicos ocupados no estado fundamental. Os números (1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7) que se referem aos sete períodos têm relação com o número quântico principal (n) dos elétrons de valência dos átomos de certo elemento de um dado período.

Nas colunas, que podem ser chamadas de **grupos** ou **famílias**, estão elementos com propriedades químicas parecidas. A mecânica quântica relaciona essas semelhanças de propriedades a semelhanças na estrutura eletrônica dos átomos. Uma denominação não oficial, mas ainda muito empregada, faz uso de algarismos romanos, acompanhados das letras A ou B. A IUPAC recomenda a numeração contínua de 1 a 18 para a distinção dos grupos.

### Classificação dos elementos quanto às propriedades físicas

A divisão dos elementos químicos em metais e ametais foi a primeira forma de classificá-los. Uma classificação muito comum hoje em dia divide os elementos nos seguintes grupos: **metais**, **ametais**, **semimetais**, **gases nobres** e **hidrogênio**. Apesar de ser muito usada, não é recomendada pela IUPAC.

	<b>IA</b>																		<b>VIIIA</b>										
<b>1</b>	H	<b>IIA</b>																								He	<b>1</b>		
<b>2</b>	Li	Be																									Ne	<b>2</b>	
<b>3</b>	Na	Mg																									Ar	<b>3</b>	
<b>4</b>	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	<b>4</b>										
<b>5</b>	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	<b>5</b>										
<b>6</b>	Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	<b>6</b>										
<b>7</b>	Fr	Ra	Ac**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og	<b>7</b>										
<b>6</b>	*	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				<b>6</b>										
<b>7</b>	**	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr				<b>7</b>										

#### LEGENDA






 Fe	Metais	 Si	Semimetais	 H	Hidrogênio
 O	Ametais	 He	Gases nobres		

Tabela periódica incluindo os semimetais e identificando as colunas com algarismos romanos, classificação não recomendada pela IUPAC.

## Metais

Os elementos metálicos têm propriedades bem típicas. Apresentam brilho característico, o que significa que a superfície polida de um metal funciona como espelho. São também bons condutores de calor, por isso a sensação de frio quando tocamos um metal – ele retira calor rapidamente da nossa pele. Esses elementos, sólidos em sua maioria, possuem elevada condutividade elétrica, que geralmente diminui com o aumento da temperatura. Além disso, os metais são dúcteis (facilmente transformados em fios finos) e maleáveis (facilmente transformados em lâminas delgadas).

## Ametais

Os ametais possuem propriedades diametralmente opostas às dos metais. Os ametais típicos não apresentam brilho metálico e não são bons condutores térmicos, nem elétricos.

Muitas das substâncias simples formadas por elementos ametálicos são gasosas e mesmo aquelas que são encontradas na forma sólida não apresentam as elevadas ductibilidades ou maleabilidades típicas dos metais.

## Semimetais

As substâncias simples formadas pelos semimetais possuem propriedades intermediárias às dos metais e às dos ametais. Por exemplo, elas são semicondutoras elétricas e também semicondutoras térmicas. A condutividade elétrica desses elementos aumenta com o aumento da temperatura.

A denominação “semimetal” vem, nos dias de hoje, caindo em desuso, uma vez que os elementos pertencentes a essa classe nunca foram claramente definidos ou indicados oficialmente. É muito comum encontrarmos tabelas que deixam os elementos germânio, antimônio e polônio como metais e os elementos boro, silício, arsênio e telúrio como ametais.

## Gases nobres

São os elementos formadores do grupo 0, VIIIA ou 18. Possuem átomos com o octeto (à exceção do He) completo e apresentam uma baixíssima reatividade química. Aparecem, na natureza, na forma de gases monoatômicos, com exceção do Og, que é sólido, e dificilmente formam compostos. Já foram chamados de gases raros ou gases inertes. Esses elementos não apareceram na tabela de Mendeleev. A alta carga nuclear efetiva que os átomos desses elementos experimentam favorece a baixa reatividade.

## Hidrogênio

O hidrogênio apresenta uma química muito peculiar, não sendo conveniente enquadrá-lo em alguma das classificações anteriores.

Uma forma mais simples de dividir os elementos químicos considera apenas três categorias: **metais**, **ametais** e **gases nobres**, como está apresentado na tabela a seguir.

		1															18		
1	H																He		
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
3	Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
6	Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
7	Fr	Ra	Ac**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og	
6	*	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
7	**	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr				

LEGENDA

Fe Metais

He Gases nobres

O Não metais ou ametais

Tabela periódica utilizando a numeração contínua recomendada pela IUPAC e sem os semimetais.

## Classificação dos elementos de acordo com a configuração eletrônica

Um elemento químico pode ser classificado de acordo com o subnível em que ocorre o elétron diferencial de seus átomos. Existem os elementos **típicos** ou **representativos**, que têm o elétron diferencial em um subnível do tipo s ou p, sempre pertencente ao último nível de energia. Já os elementos de **transição** – antigamente chamados de transição externa – apresentam o elétron diferencial em um subnível d do penúltimo nível energético, e os de **transição interna**, o elétron diferencial normalmente está em um subnível f do antepenúltimo nível eletrônico.

1	1s <sup>1</sup>		1s <sup>2</sup>
2	[He] 2s <sup>x</sup>		[He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>y</sup>
3	[Ne] 3s <sup>x</sup>		[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>y</sup>
4	[Ar] 4s <sup>x</sup>	[Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>z</sup>	[Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>y</sup>
5	[Kr] 5s <sup>x</sup>	[Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>z</sup>	[Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup> 5p <sup>y</sup>
6	[Xe] 6s <sup>x</sup>	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>z</sup>	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6p <sup>y</sup>
7	[Rn] 7s <sup>x</sup>	[Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>14</sup> 6d <sup>z</sup>	[Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7p <sup>y</sup>
6	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>w</sup>		
7	[Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>w</sup>		

### LEGENDA



Elementos representativos – bloco s



Elementos representativos – bloco p



Elementos de transição – bloco d



Elementos de transição interna – bloco f

Tabela periódica mostrando os blocos s, p, d e f.

x = 1 ou 2; y = 1 a 6; z = 1 a 10; w = 1 a 14.

## Elementos representativos

As colunas que aparecem com a letra A (elementos representativos – blocos s e p) recebem nomes especiais.

Coluna	Denominação	Configuração de valência
1 (IA)	Metais alcalinos	ns <sup>1</sup>
2 (IIA)	Metais alcalinoterrosos	ns <sup>2</sup>
13 (IIIA)	Família do boro	ns <sup>2</sup> np <sup>1</sup>
14 (IVA)	Família do carbono	ns <sup>2</sup> np <sup>2</sup>
15 (VA)	Família do nitrogênio	ns <sup>2</sup> np <sup>3</sup>
16 (VIA)	Calcogênios	ns <sup>2</sup> np <sup>4</sup>
17 (VIIA)	Halogênios	ns <sup>2</sup> np <sup>5</sup>
18 (VIIIA ou 0)	Gases nobres	ns <sup>2</sup> np <sup>6</sup>

### OBSERVAÇÃO

O elemento hélio, apesar de ter configuração eletrônica 1s<sup>2</sup>, pertence à coluna 18 (0 ou VIIIA) e não à 2 (IIA).

## Metais de transição

Os elementos de transição das colunas B (bloco d) são metais com configuração ns<sup>x</sup> (n – 1)d<sup>z</sup> ou ns<sup>x</sup> (n – 2)f<sup>14</sup> (n – 1)d<sup>z</sup>. O valor de x geralmente é 2 ou 1, e z pode assumir valores de 1 a 10. Esses elementos apresentam algumas propriedades em comum, mesmo estando em colunas diferentes, e são chamados de metais de transição por possuírem propriedades intermediárias entre os elementos dos blocos s e p.

## Metais de transição interna

Os metais de transição interna são os **lantânídeos** e **actinídeos**, que fazem parte da coluna 3 (IIIB) nos períodos 6 e 7, respectivamente (bloco f). Esses elementos têm configuração geral ns<sup>2</sup> (n – 2)f<sup>w</sup>, em que w varia teoricamente de 1 a 14.



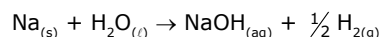


## ALGUMAS FAMÍLIAS IMPORTANTES

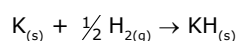
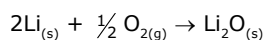
### Metais alcalinos

Os elementos da coluna 1 apresentam-se na forma de substâncias simples metálicas de baixa densidade, com pontos de fusão igualmente baixos, principalmente se comparados com os dos metais de transição como o ferro. Além disso, apresentam condutividade elétrica elevada, como seria de se esperar para um metal, embora não tão elevada como a da prata e a do cobre. Alguns deles são moles como cera e podem ser espetados facilmente por um palito de dentes.

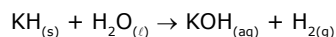
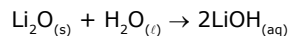
Os metais alcalinos reagem vigorosamente com água, produzindo gás hidrogênio e o hidróxido correspondente, como esquematizado, a seguir, para o sódio.



Os metais alcalinos sempre apresentam o estado de oxidação +1 nos compostos. Quando eles se combinam com oxigênio e hidrogênio, originam, respectivamente, óxidos e hidretos de caráter fortemente iônico.



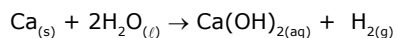
Considera-se que esses sólidos iônicos têm caráter fortemente básico, pois, ao se “dissolverem” em água, originam soluções fortemente básicas dos hidróxidos alcalinos.



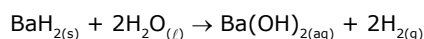
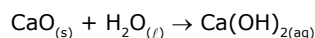
Muitos compostos formados por metais alcalinos são bastante solúveis em água.

### Metais alcalinoterrosos

Os metais alcalinoterrosos são mais densos, mais duros e têm pontos de fusão mais elevados em relação aos metais alcalinos. Com exceção do berílio, reagem com água para formarem os hidróxidos respectivos e o gás hidrogênio.



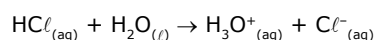
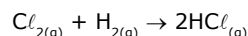
Nos compostos, os elementos da coluna 2 sempre assumem o estado de oxidação +2 e formam, também, óxidos e hidretos que reagem com água para formar soluções básicas.



Quando comparados com os compostos de metais alcalinos, os compostos de metais alcalinoterrosos tendem a ter menor caráter básico ou menor caráter iônico apesar de a acidez e a basicidade desses compostos ainda serem muito pronunciadas.

### Halogênios

O termo “halogênio” vem do grego e significa “formador de sal”. Os elementos da coluna 17 aparecem com muita frequência na constituição de sais, muitas vezes no estado de oxidação -1. Formam substâncias simples diatômicas que, ao se combinarem com o hidrogênio, originam hidretos de caráter molecular. Esses últimos, por sua vez, quando dissolvidos em água, formam soluções ácidas, como mostrado a seguir:







05.  
H74P

(PUC Rio) Um dos elementos mais abundantes na natureza é o hélio, que é produzido no Sol como consequência de reações nucleares. O elemento He

- A) é um líquido nas condições normais de temperatura e pressão.
- B) possui somente um próton e um nêutron.
- C) é um halogênio.
- D) reage facilmente com elementos como ouro e prata, por isso é denominado nobre.
- E) tem, no estado fundamental, os dois elétrons em um orbital s.

06.

(Unemat-MT) Estudo sobre o teor de metais em solos superficiais de 14 parques públicos do município de São Paulo revelou elevada presença de metais potencialmente tóxicos, como chumbo, cobre e arsênio. As concentrações estão acima dos valores de referência definidos pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb) e acima de valores de intervenção em países como Alemanha e Holanda, o que poderia representar risco para a saúde dos frequentadores.

Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/10461>.  
Acesso em: 30 out. 2013.

Sobre os elementos chumbo ( $Z = 82$ ), cobre ( $Z = 29$ ) e arsênio ( $Z = 33$ ), é correto afirmar que

- A) o chumbo, o arsênio e o cobre são metais de transição.
- B) o cobre é um ametal.
- C) o chumbo está no mesmo período que o arsênio na tabela periódica.
- D) o arsênio tem oito elétrons na camada de valência.
- E) o chumbo e o arsênio são elementos representativos.

07.  
P3YU

(UERJ) Para fabricar um dispositivo condutor de eletricidade, uma empresa dispõe dos materiais apresentados na tabela a seguir:

Material	Composição química
I	C
II	S
III	As
IV	Fe

Sabe-se que a condutividade elétrica de um sólido depende do tipo de ligação interatômica existente em sua estrutura. Nos átomos que realizam ligação metálica, os elétrons livres são os responsáveis por essa propriedade.

Assim, o material mais eficiente para a fabricação do dispositivo é representado pelo seguinte número:

- A) I
- B) II
- C) III
- D) IV

08.

(CMMG) No livro *Tio Tungstênio: memórias de uma infância química*, de Oliver Sacks, lê-se: "De início, ninguém percebeu que metal perfeito ele era. Possui o maior ponto de fusão de todos os metais, é mais resistente que o aço e se mantém forte a altas temperaturas – um metal ideal."

SACKS, Oliver W. *Tio Tungstênio: memórias de uma infância química*. São Paulo: Companhia das Letras, 2002 (Adaptação).

Em relação à posição desse elemento metálico na tabela periódica e a uma de suas características, é correto afirmar que ele se encontra

- A) no sexto período, no grupo 6, tendo 6 elétrons na última camada.
- B) no sexto período, no grupo 6, tendo 2 elétrons na última camada.
- C) no quinto período, no grupo 7, tendo 7 elétrons de valência.
- D) no quinto período, no grupo 7, tendo 2 elétrons de valência.

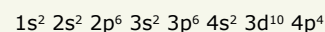
09.

(PUC RS) A tabela periódica contém todos os elementos químicos já descobertos, os quais estão organizados em função de sua estrutura e propriedades. Em relação aos elementos químicos, é correto afirmar que:

- A) O mais leve da tabela periódica é um gás nobre.
- B) O mais abundante na atmosfera terrestre é um calcogênio.
- C) O mais abundante do Universo está localizado no primeiro período.
- D) O que constitui o diamante está localizado no mesmo grupo do enxofre.
- E) O mais abundante da crosta terrestre está localizado no terceiro período.

10.  
WZRZ

(UFT-TO) Determinado elemento químico tem para seu átomo no estado fundamental a seguinte distribuição eletrônica:



Podemos propor, para esse elemento:

- I. O número de prótons no núcleo atômico é 34.
- II. É um elemento pertencente ao grupo IVA da tabela periódica.
- III. O último elétron distribuído na camada de valência possui o número quântico magnético igual a zero.
- IV. A subcamada de menor energia, pertencente à camada de valência é a 4s.

Analise as proposições e marque a opção correta.

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

## SEÇÃO ENEM

**01.** (Enem) Na mitologia grega, Nióbia era a filha de Tântalo, dois personagens conhecidos pelo sofrimento. O elemento químico de número atômico (Z) igual a 41 tem propriedades químicas e físicas tão parecidas com as do elemento de número atômico 73 que chegaram a ser confundidos. Por isso, em homenagem a esses elementos dois personagens da mitologia grega, foi conferido a esses elementos os nomes de nióbio (Z = 41) e tântalo (Z = 73). Esses dois elementos químicos adquiriram grande importância econômica na metalurgia, na produção de supercondutores e em outras aplicações na indústria de ponta, exatamente pelas propriedades químicas e físicas em comum dos dois.

KEAN, S. *A colher que desaparece: e outras histórias reais de loucura, amor e morte a partir dos elementos químicos.*

Rio de Janeiro: Zahar, 2011 (Adaptação).

A importância econômica e tecnológica desses elementos, pela similaridade de suas propriedades químicas e físicas, deve-se a

- A) terem elétrons no subnível f.
- B) serem elementos de transição interna.
- C) pertencerem ao mesmo grupo na tabela periódica.
- D) terem seus elétrons mais externos nos níveis 4 e 5, respectivamente.
- E) estarem localizados na família dos alcalinos terrosos e alcalinos, respectivamente.

**02.** Uma equipe de pesquisadores liderados por Felisa Wolfe-Simon, do Instituto de Astrobiologia da NASA, descobriu uma bactéria capaz de sobreviver em um meio recheado de arsênico, um composto historicamente conhecido por ser venenoso. Até então acreditava-se que os elementos básicos à vida de todos os seres vivos eram carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre e fósforo. "Não há nenhum relato anterior da substituição de um dos seis grandes elementos essenciais à vida. Aqui apresentamos evidência de que arsênico pode substituir fósforo nas moléculas de uma bactéria que existe na natureza", afirmou Felisa no artigo publicado na revista *Science*.

A bactéria, descoberta no lago Mono, na Califórnia (EUA), conseguiu também incorporar o arsênico em seu DNA. A escolha do arsênico para substituir o fósforo não foi por acaso. O arsênico é quimicamente similar ao fósforo.

Disponível em: <http://ultimosegundo.ig.com.br/ciencia/bacteria+usa+arsenico+para+se+desenvolver/n1237847114875.html>.

Acesso em: 21 dez. 2010. [Fragmento]

A similaridade química entre o fósforo e o arsênio ocorre, pois

- A) suas massas molares apresentam valores muito próximos.
- B) suas substâncias simples são sólidos poliatômicos coloridos.
- C) seus átomos apresentam configurações eletrônicas similares.
- D) os núcleos de seus átomos apresentam igual número de partículas.
- E) seus átomos são ametálicos e, por isso, podem aderir à parede do DNA.

**03.** Recentemente, cientistas anunciaram a descoberta de bactérias que incorporaram o elemento arsênio (Z = 33) ao seu DNA, substituindo átomos de outro elemento químico usualmente encontrado na constituição do DNA de outros seres vivos.

O elemento constituinte do DNA que é mais provável de ter sido substituído por arsênio por apresentar propriedades químicas semelhantes é o

- A) hidrogênio (Z = 1).
- B) carbono (Z = 6).
- C) oxigênio (Z = 8).
- D) enxofre (Z = 16).
- E) fósforo (Z = 15).

## SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



### GABARITO

Meu aproveitamento

#### Aprendizagem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. C
- 02. D
- 03. B
- 04. C
- 05. A
- 06. C
- 07. D
- 08. E

#### Propostos

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. A
- 02. Soma = 13
- 03. C
- 04. A
- 05. E
- 06. E
- 07. D
- 08. B
- 09. C
- 10. E

#### Seção Enem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. C
- 02. C
- 03. E



Total dos meus acertos: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ %

## Estudo Físico dos Gases I

Por que estudar os gases?

Historicamente, foram experiências com gases que promoveram o desenvolvimento dos primórdios da teoria atômica. Na vida prática, uma série de compostos industrialmente importantes são gases nas temperaturas usuais.

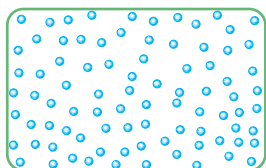
Conceitualmente, é possível, por meio do estudo matemático da teoria cinética dos gases, chegar ao conceito mais completo de temperatura e, ainda, conhecer algo acerca do tamanho de átomos e moléculas e das forças que eles exercem uns sobre os outros.

### O ESTADO GASOSO

Esse estado tem como principais características físicas:

- Grande distância entre as partículas constituintes.
- As velocidades de movimentação das partículas são altas.
- Os movimentos possíveis são: vibracional, rotacional e translacional de longo alcance.
- As partículas possuem alta energia cinética.
- Forças de atração e repulsão baixas.
- Grande expansibilidade: os gases sempre se expandem tendendo a ocupar todo o volume do recipiente que os contém.
- Grande difusibilidade: os gases misturam-se formando misturas homogêneas.
- Grande compressibilidade: há uma grande variação do volume com o aumento da pressão.
- Grande dilatabilidade: há uma grande variação do volume com o aumento da temperatura.

**Esquema:**



### VARIÁVEIS DE ESTADO

As variáveis de estado são  $p$  (pressão),  $V$  (volume) e  $T$  (temperatura). Elas caracterizam fisicamente qualquer material em um dos três estados físicos.

Geralmente, o volume de qualquer material (sólido, líquido ou gasoso) é determinado pelas relações entre as variáveis  $p$  e  $T$ , além da quantidade de matéria, que é expressa pelo número de mols. A expressão matemática que relaciona tais variáveis é denominada equação de estado. Para os estados sólido e líquido, essas equações são algebricamente complexas, podendo diferir de substância para substância devido às fortes interações entre suas partículas.

Contudo, os gases são os únicos que possuem equações de estado algebricamente simples, que se aplicam a quase todos os sistemas gasosos. Isso ocorre porque, nesse estado, as moléculas são praticamente independentes devido à grande distância entre elas (a natureza das moléculas individuais não afeta fortemente o comportamento do gás como um todo).

Tendo como base noções básicas, primeiramente estudaremos as variáveis de estado para, posteriormente, determinarmos a equação de estado para os gases.

### Volume

É o espaço ocupado por um gás.

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de volume é o metro cúbico, espaço interno de um cubo de arestas de 1 m de comprimento.

Entretanto, no nosso estudo, lançaremos mão das unidades usuais: litro (L), decímetros cúbicos ( $\text{dm}^3$ ), mililitros (mL) e centímetros cúbicos ( $\text{cm}^3$ ).

As relações entre essas unidades são:

$$1 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ L}$$

$$1 \text{ L} = 1\,000 \text{ mL}$$

$$1 \text{ L} = 1\,000 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$$

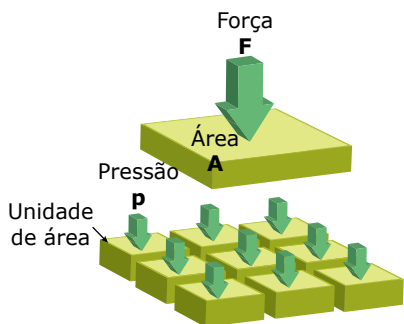


## Pressão

É força por unidade de área.

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

A pressão é uma grandeza escalar, o que equivale dizer que a pressão exercida sobre uma área A é a soma de forças menores, iguais entre si e distribuídas em cada unidade de área.



### OBSERVAÇÃO

A é um componente vetorial da superfície.

No Sistema Internacional (SI), a unidade de pressão é o Pascal (Pa) ou  $N/m^2$  (newton por metro quadrado). No sistema CGS,  $Dina/cm^2$  e nos sistemas usuais, a unidade de pressão pode ser expressa em atmosferas (atm), milímetros de mercúrio (mmHg) e torr (Torr), e as relações entre essas unidades são:

$$1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ mmHg} = 133,322 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ Torr}$$

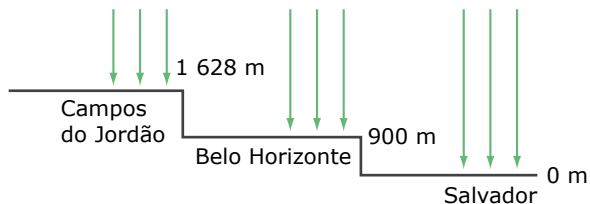
$$1 \text{ mmHg} = 1 \text{ Torr}$$

$$1 \text{ bar} = 0,98716 \text{ atm}$$

$$1 \text{ bar} = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

## Pressão atmosférica

É a pressão que a camada de ar exerce sobre a superfície terrestre. A pressão atmosférica varia com a altitude. Veja o esquema a seguir.

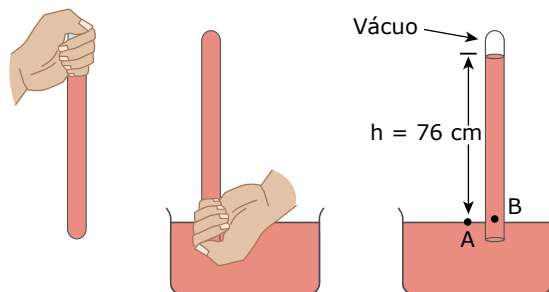


Ao nível do mar (altitude zero), a camada de ar que exerce pressão sobre a superfície terrestre é a maior possível, ou seja, é a pressão exercida pela atmosfera inteira; assim, a pressão atmosférica é igual a 1 atm. Quanto mais alta está a localidade, menor é a camada de ar que atua sobre a superfície terrestre; logo, menor será a pressão atmosférica.

## Relação atm × mmHg

Para estabelecermos a relação entre as unidades atm e mmHg, precisamos saber como determinar experimentalmente a pressão. A seguir, está representado um esquema que mostra a determinação da pressão atmosférica a partir da utilização de um barômetro.

Veja a figura:



O barômetro é constituído por um tubo vertical contendo mercúrio, mergulhado em uma cuba, também contendo mercúrio. O tubo vertical é completamente evacuado de todos os gases, com exceção de uma pequena quantidade de vapor do próprio mercúrio. A altura da coluna de mercúrio acima do nível do líquido é uma consequência da pressão aplicada na superfície do mercúrio pela atmosfera circundante. Ao nível do mar, a coluna de mercúrio possui uma altura de 760 mm. Assim:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$$

## Temperatura

A temperatura é uma medida do grau de agitação das partículas de um sistema ou, ainda, é uma medida da energia cinética média das partículas, porque, quanto maior a temperatura, maior é a velocidade de movimentação dessas partículas.

Termodinamicamente:

$$E_{\text{cinética}} = \text{constante} \cdot T$$

Mecanicamente:

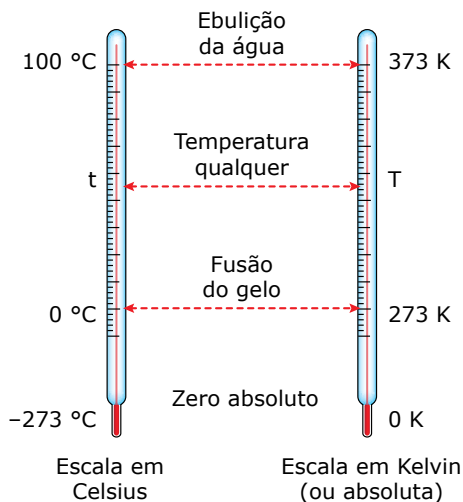
$$E_{\text{cinética}} = \frac{1}{2} mv^2$$

$$T \propto v^2$$

Podemos medir a temperatura de um sistema gasoso com o auxílio de escalas termométricas diferentes. Iremos utilizar, porém, neste texto, apenas duas escalas: a escala Celsius ( $^{\circ}C$ ) e a escala Kelvin (K), esta última adotada pelo SI.

A escala Kelvin não admite valores negativos de temperatura, tendo como menor temperatura, teoricamente permitida, 0 K (zero absoluto), em que todas as partículas deveriam "cessar seus movimentos".

Sob pressão de 1 atm:



A diferença entre as duas escalas é de 273 unidades, e a relação entre elas é:

$$T_K = T_{c^{\circ}} + 273$$

## TRANSFORMAÇÕES GASOSAS



São variações de volume, pressão e temperatura sofridas por um sistema gasoso.

As transformações mais importantes que possibilitam a dedução das três leis fundamentais que regem o comportamento físico dos sistemas gasosos serão descritas a seguir.

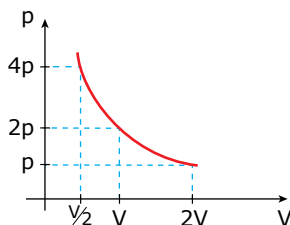
### Transformações isotérmicas

**Lei de Boyle-Mariotte:** À temperatura constante, o volume ocupado por uma determinada massa gasosa é inversamente proporcional à pressão.

$$V \propto \frac{1}{p}$$

Graficamente, essa lei é representada por uma curva que é uma hipérbole equilátera, denominada isoterma.

Pressão	Volume
1p	2V
2p	V
4p	V/2



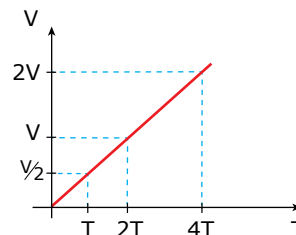
### Transformações isobáricas

**Lei de Gay-Lussac:** À pressão constante, o volume ocupado por uma determinada massa gasosa é diretamente proporcional à temperatura (Kelvin).

$$V \propto T$$

Graficamente, essa lei é representada por uma linha reta, denominada isóbara.

Volume	Temperatura
V/2	1T
V	2T
2V	4T



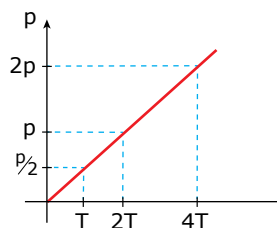
### Transformações isométricas, isovolumétricas ou isocóricas

**Lei de Charles e Gay-Lussac:** A volume constante, a pressão exercida por uma determinada massa gasosa é diretamente proporcional à temperatura absoluta (Kelvin).

$$p \propto T$$

Graficamente, essa lei é representada por uma linha reta, denominada isócara.

Pressão	Temperatura
p/2	1T
p	2T
2p	4T



## TEORIA CINÉTICA DOS GASES



É uma teoria que estuda o comportamento microscópico das partículas constituintes de um sistema gasoso a partir de um modelo que explicará os fenômenos e as leis fundamentais experimentais.

As bases da teoria cinética dos gases são:

- Um gás é constituído de partículas idênticas entre si, que podem ser átomos, moléculas ou íons.
- As partículas são dotadas de movimento desordenado (em todas as direções com velocidades variadas) e obedecem às Leis de Newton.
- O número total de partículas de um gás é grande e o volume delas é desprezível em relação ao volume ocupado pelo gás devido à grande distância entre as partículas no estado gasoso.

- As colisões das partículas gasosas entre si e com as paredes do recipiente que as contém são perfeitamente elásticas e de duração desprezível, ou seja, ao se chocarem, não há perda de energia, o que confere a elas um movimento contínuo.
- Cada partícula terá uma velocidade e uma energia cinética, embora possuam a mesma massa. Quando nos referimos à velocidade e à energia cinética das partículas, devemos nos referir à velocidade média e à energia cinética média. Segundo a teoria cinética dos gases, a energia cinética média das partículas é diretamente proporcional à temperatura absoluta (Kelvin).

$$E_c = KT$$

- As forças de atração ou repulsão que atuam são desprezíveis, exceto durante uma colisão. Devido à grande distância entre as partículas, tais forças são praticamente nulas. Uma consequência disso é que o movimento das partículas é retilíneo e uniforme entre duas colisões.



**Propriedade dos gases**

Acesse o simulador "Propriedade dos gases". Com ele, você poderá inserir partículas leves e pesadas dentro de um recipiente e alterar a pressão e a temperatura para observar o comportamento dos gases de acordo com essas variações. Boa atividade!



## GÁS IDEAL OU PERFEITO



Gás ideal ou perfeito é todo e qualquer sistema gasoso em que suas partículas constituintes comportam-se como está previsto na teoria cinética dos gases e satisfazem as três leis das transformações gasosas.

Porém, um gás real aproxima-se do comportamento ideal a baixas pressões e altas temperaturas, pois as partículas praticamente não interagem.

## EQUAÇÃO GERAL DOS GASES



Manipulando algebricamente as leis do estado gasoso, obtemos uma expressão que é capaz de representar o comportamento de um gás ideal para variações simultâneas de pressão, volume e temperatura.

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

Para que uma expressão seja constante, deve haver uma igualdade entre os estados inicial e final do sistema.

Logo,

estado inicial = estado final

$$\frac{p_i \cdot V_i}{T_i} = \frac{p_f \cdot V_f}{T_f}$$

considerando uma massa fixa de gás.

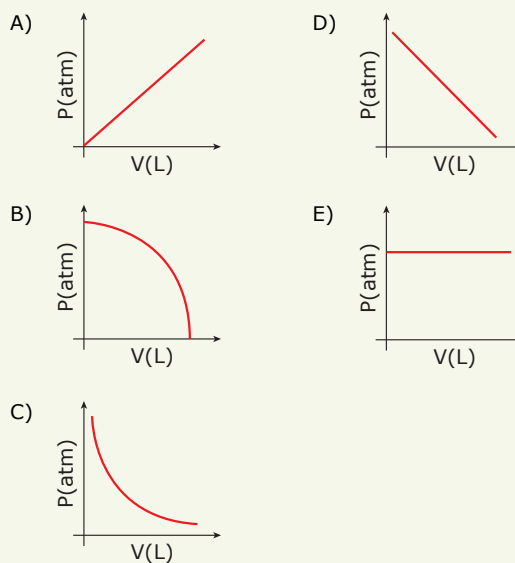
## EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



- 01.** (UNICAP-PE) Um dos estados físicos nos quais a matéria pode ser encontrada é o estado gasoso. Sobre esse estado, suas propriedades e leis:
- ( ) Na temperatura de zero Kelvin o gás não exerce pressão.
  - ( ) Quanto maior for a temperatura de um gás, maior será sua densidade.
  - ( ) A agitação das partículas de um gás não tem relação com a temperatura.
  - ( ) Uma vez expandido, o gás não pode ser comprimido para um volume menor.
  - ( ) A pressão, a temperatura e o volume são chamados de variáveis de estado de um gás.

- 02.** (UCS-RS) Dos três estados da matéria, o estado gasoso é o que apresenta as propriedades mais simples. Diferentemente dos sólidos e líquidos, muitos gases são surpreendentemente semelhantes em suas propriedades físicas e, por essa razão, é útil definir e descrever um gás hipotético, chamado gás ideal, que pode então ser usado como um padrão de referência com o qual os gases reais podem ser comparados. Essa aproximação é muito interessante, pois as propriedades físicas de muitos gases reais, a temperaturas e pressões ambiente, são similares àquelas do gás ideal. Portanto, a menos que uma grande exatidão seja necessária, é comum uma aproximação adequada para assumir o comportamento de gás ideal para muitos gases reais.

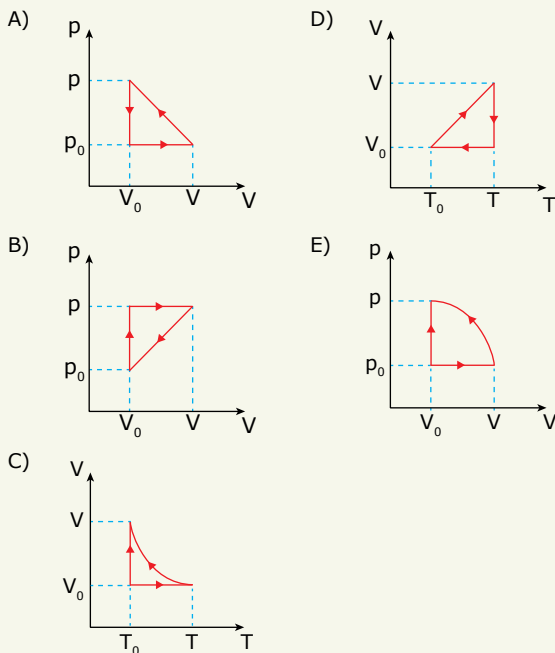
Considere uma amostra de gás ideal com n e T mantidos constantes e assinale a alternativa na qual o gráfico representa corretamente a relação apropriada entre P e V.



- 03.** (OMQ–2019) Sob condições normais de repouso, respiramos cerca de 12 vezes por minuto, inspirando e expirando a cada vez aproximadamente 500 mL de ar. Quando inspiramos, baixamos o diafragma, aumentando o volume da cavidade torácica. Isto permite o ar fluir da área de maior pressão, fora do corpo, para os pulmões. Ao expirarmos, revertermos o processo. De acordo com o que foi descrito, pode-se afirmar que a respiração está de acordo com a seguinte lei dos gases ideais:
- Lei de Boyle.
  - Lei de Gay-Lussac.
  - Lei de Charles.
  - Lei das pressões parciais de Dalton.

- 04.** (CEFET-MG) Um gás ideal passa pelas seguintes transformações:
- Aumento do volume isobaricamente.
  - Redução do volume ao valor inicial isotermicamente.
  - Redução da temperatura ao valor inicial isovolumetricamente.

O gráfico que representa essas transformações é:



- 05.** (Unemat-MT) Um gás ideal foi armazenado em um recipiente, formando um sistema fechado com uma pressão inicial ( $P_1$ ), temperatura inicial ( $T_1$ ) e volume inicial ( $V_1$ ). Logo após, foi fornecido calor ao sistema, obtendo-se um novo valor de pressão ( $P_2 = 2P_1$ ) e o volume permaneceu constante.

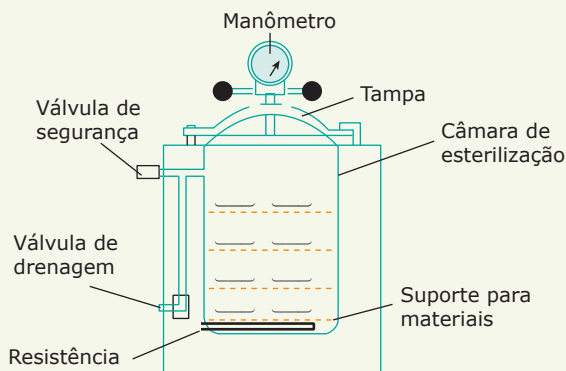
Com base no texto, marque a alternativa que apresenta a razão entre  $T_1$  e  $T_2$ .

- 1
- 3
- 1/2
- 2
- 1/3

- 06.** (Mackenzie-SP) Certa massa fixa de um gás ideal, sob temperatura de 30 °C e pressão de 2 atm, foi submetida a uma transformação isocórica, em que sua temperatura foi aumentada em 150 unidades. Dessa forma, é correto afirmar que, durante a transformação,

- além do volume, a pressão manteve-se constante.
- apenas o volume permaneceu constante, e, no final, a pressão exercida por essa massa gasosa foi aumentada para aproximadamente 12 atm.
- apenas o volume permaneceu constante, e, no final, a pressão exercida por essa massa gasosa foi aumentada para aproximadamente 3 atm.
- apenas o volume permaneceu constante, e, no final, a pressão exercida por essa massa gasosa foi diminuída para aproximadamente 1 atm.
- apenas o volume permaneceu constante, e, no final, a pressão exercida por essa massa gasosa foi diminuída para aproximadamente 0,33 atm.

- 07.** (Unicastedo-SP) Autoclaves são equipamentos utilizados para a esterilização de objetos e instrumentos hospitalares. As autoclaves combinam temperatura, pressão e umidade para destruir micro-organismos.



Em um hospital, uma autoclave era regulada para tempo de funcionamento igual a 15 minutos, à temperatura de 124 °C e pressão de 2,5 atm. Nesse mesmo equipamento, para diminuir o tempo de autoclavagem, a pressão de vapor foi regulada para 3 atm. Nessa nova condição, a temperatura do vapor no interior da autoclave

- aumenta, e esse aumento é diretamente proporcional ao aumento da pressão.
- diminui, e essa diminuição é inversamente proporcional ao aumento da pressão.
- aumenta, e esse aumento é inversamente proporcional ao aumento da pressão.
- diminui, e essa diminuição é diretamente proporcional ao aumento da pressão.
- permanece em 124 °C, pois o volume do sistema é o mesmo.



- 05.** (EFOA-MG) Recentemente, três brasileiros atingiram o cume do Monte Everest. Todos usavam um suprimento extra de oxigênio. Se, durante a escalada, um deles tivesse enchido um balão flexível com uma certa quantidade de  $O_2$ , a uma temperatura de  $-48\text{ }^\circ\text{C}$  (225 K), a uma pressão de 30 kPa, e o balão atingisse um volume de 2,5 L, o volume do mesmo balão, contendo a mesma quantidade de oxigênio, próximo ao nível do mar, a 100 kPa e a  $27\text{ }^\circ\text{C}$  (300 K), seria
- A) 2,5 L.                      C) 2,24 L.                      E) 0,42 L.  
 B) 1,0 L.                      D) 11,1 L.

- 06.** (UFT-TO) Quando a pressão de um gás confinado for triplicada e a temperatura permanecer constante, qual mudança poderá ser observada?
- A) O volume permanecerá constante, porém, a velocidade das moléculas de gás irá aumentar.  
 B) O volume permanecerá constante, porém, a velocidade das moléculas de gás irá diminuir.  
 C) O volume do gás irá triplicar.  
 D) O volume do gás irá reduzir em 1/3 do valor original.  
 E) A densidade do gás irá reduzir 1/3 do valor original.

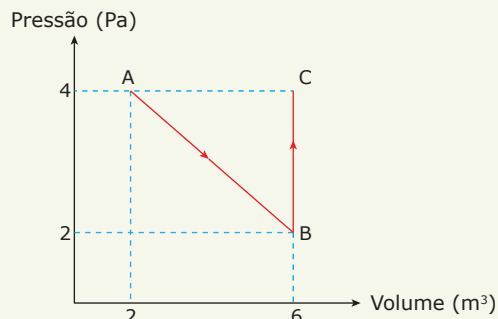
- 07.** (ACAFE-SC) O gás hélio é incolor, inodoro e monoatômico e, quando inspirado pela boca, tem o poder de distorcer a voz humana, tornando-a mais fina. Um frasco selado contendo gás hélio a  $10\text{ }^\circ\text{C}$  é aquecido até a pressão ser o dobro da inicial.
- Dado:** Admita para o hélio um comportamento de gás ideal.
- A temperatura final é
- A)  $20\text{ }^\circ\text{C}$ .                      C)  $293\text{ }^\circ\text{C}$ .  
 B)  $566\text{ }^\circ\text{C}$ .                      D)  $253\text{ }^\circ\text{C}$ .

- 08.** (UEA-AM) Um cilindro de capacidade igual a 30 L contém GNV (Gás Natural Veicular) sob pressão de 250 bar. Quando todo o gás contido nesse cilindro se expande isotermicamente até que a pressão caia a 1 bar, passa a ocupar um volume, em metros cúbicos, igual a
- A) 1,4.                      C) 6,3.                      E) 8,2.  
 B) 2,5.                      D) 7,5.

- 09.** (UERJ) Um mergulhador precisa encher seu tanque de mergulho, cuja capacidade é de  $1,42 \cdot 10^{-2}\text{ m}^3$ , a uma pressão de 140 atm e sob temperatura constante. O volume de ar, em  $\text{m}^3$ , necessário para essa operação, à pressão atmosférica de 1 atm, é, aproximadamente, igual a
- A) 1/4.                      B) 1/2.                      C) 2.                      D) 4.

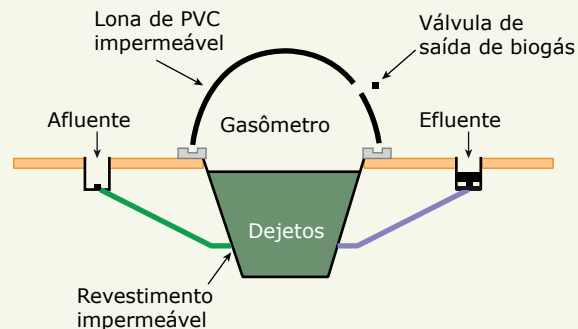
- 10.** (UFG-GO) Uma lata de refrigerante tem o volume total de 350 mL. Essa lata está aberta e contém somente o ar atmosférico, e é colocada dentro de um forno a  $100\text{ }^\circ\text{C}$ . Após a lata atingir essa temperatura, ela é fechada. A seguir, tem sua temperatura reduzida a  $25\text{ }^\circ\text{C}$ . Com o decréscimo da temperatura, ocorre uma redução da pressão interna da lata que levará a uma implosão. Ante o exposto, calcule a pressão no interior da lata no momento imediatamente anterior à implosão e o volume final após a implosão.

- 11.** (Unifor-CE) Em um sistema termodinâmico, um gás considerado perfeito encontra-se no estado A com pressão  $p_A$ , volume  $V_A$  e temperatura  $T_A$ , conforme diagrama pressão x volume mostrado a seguir. É então levado para o estado indicado pelo ponto B ( $p_B, V_B, T_B$ ) e em seguida para o estado C ( $p_C, V_C, T_C$ ).



- Leia e analise os itens que se seguem:
- I. A temperatura do gás no ponto B é 50% maior que a temperatura no ponto A.  
 II. A temperatura do gás no ponto C é três vezes maior que a temperatura no ponto A.  
 III. A temperatura do gás no ponto B é metade da temperatura do gás no ponto C.  
 IV. A temperatura do gás no ponto A é igual à temperatura no ponto B.
- É verdadeiro o que se afirma em
- A) I e II apenas.                      D) II, III e IV.  
 B) II e III apenas.                      E) I, II e III.  
 C) I, II e IV.

- 12.** (FGV-SP) Na figura, apresenta-se um biodigestor utilizado em áreas rurais. Ele é totalmente vedado, criando um ambiente anaeróbio onde os micro-organismos degradam o material orgânico (dejetos e restos de ração), transformando-o em biogás. O gasômetro é o compartimento superior do biodigestor e serve para a armazenagem de gases. Ele é inflável e feito de uma manta de material plástico impermeável (PVC). No gasômetro, a pressão e a temperatura são constantemente iguais às da atmosfera.



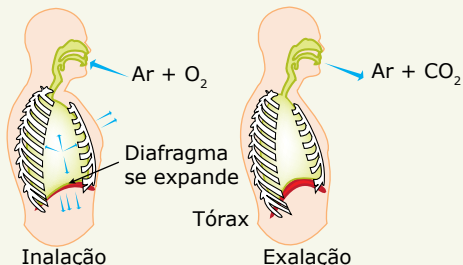
Disponível em: <http://www.cnpqa.embrapa.br/invtec/09.html>. Acesso em: 4 nov. 2016 (Adaptação).

- Considere uma quantidade fixa de gás no gasômetro descrito no texto. A variação percentual do volume do gás contido nesse compartimento ao longo de um dia, em que a temperatura varia de mínima de  $17\text{ }^\circ\text{C}$ , durante a madrugada, para a máxima de  $38\text{ }^\circ\text{C}$ , no decorrer do dia, é próxima de:
- A) 0,2                      C) 2                      E) 20  
 B) 0,7                      D) 7



## SEÇÃO ENEM

**01.** Um motorista com suspeita de embriaguez deve fazer o teste do "bafômetro". Nesse teste, o ar é expirado com vapores de álcool. A figura apresentada a seguir descreve o processo da respiração.

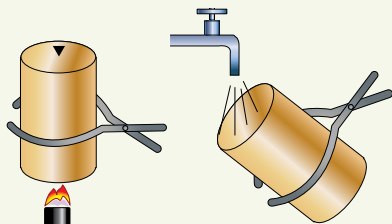


Disponível em: <http://biologiaconcursos.blogspot.com/2010/05/tipos-de-respiracoes.html>. Acesso em: 3 nov. 2010.

Considerando-se as informações do texto e que os gases envolvidos na respiração e os vapores de álcool se comportem como gases ideais, conclui-se que no teste do bafômetro

- A) ao expirarmos, o diafragma se expande deixando o volume do pulmão maior. Como o produto  $pV$  deve ser constante, a pressão interna do pulmão diminui à temperatura constante.
  - B) ao expirarmos, o diafragma se retrai deixando o volume do pulmão menor. Como o produto  $pV$  deve ser constante, a pressão interna do pulmão aumenta à temperatura constante.
  - C) ao inalarmos o ar atmosférico, o diafragma retrai deixando o volume do pulmão menor. Como o produto  $pV$  deve ser constante, a pressão interna do pulmão aumenta à temperatura constante.
  - D) ao inalarmos o ar atmosférico, o diafragma se expande deixando o volume do pulmão maior. Como a pressão deve ser constante, a temperatura deve aumentar durante o processo.
  - E) ao inalarmos ou expirarmos, a variação de volume do diafragma provoca variações da quantidade de matéria de gases e, conseqüentemente, variações de pressão.
- 02.** Ponha um pouquinho de água em uma lata vazia de refrigerante e aqueça até ferver a água. Segure a lata com uma pinça apropriada, com cuidado para não se queimar nem queimar seus espectadores. Quando a água estiver fervendo (o vapor de água deve estar saindo bastante pelo furo) derrame o resto de água fervente e coloque a lata com o furo para baixo sob uma torneira de água fria. A lata deve implodir instantaneamente.

Disponível em: <http://www.seara.ufc.br/sugestoes/fisica/flu1.htm>. Acesso em: 3 nov. 2010. [Fragmento]



A lata deve implodir instantaneamente, pois o contato com a água fria promove o resfriamento do vapor-d' água em seu interior e, conseqüentemente, a diminuição

- A) do volume das moléculas de água gasosa que o constituem.
- B) da pressão interna até que a mesma se iguale à pressão externa.
- C) brusca da quantidade de matéria de água líquida em seu interior.
- D) da distância média entre as moléculas gasosas devido ao escape de gás.
- E) da energia cinética média das moléculas gasosas com o aumento da pressão.

## SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



### GABARITO

Meu aproveitamento

#### Aprendizagem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. V F F F V
- 02. C
- 03. A
- 04. D
- 05. C
- 06. C
- 07. A
- 08. B

#### Propostos

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. D
- 02. D
- 03. Soma = 27
- 04. A
- 05. B
- 06. D
- 07. C
- 08. D
- 09. C
- 10. Pressão no interior da lata antes da implosão = 0,8 atm.  
Volume da lata ao final da implosão = 0,28 mL.
- 11. E
- 12. D

#### Seção Enem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. B
- 02. B

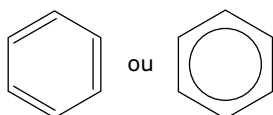
Total dos meus acertos: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ %



## Compostos Aromáticos

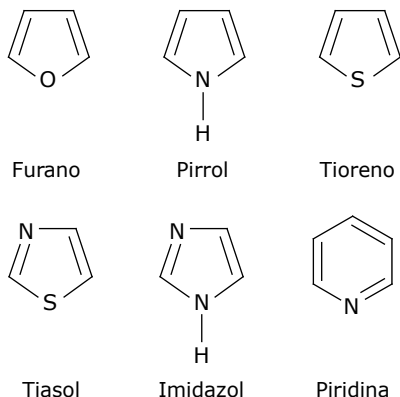
### AROMATICIDADE

Aromaticidade é a estabilidade especial dos compostos devido à conjugação cíclica de ressonância. Esses compostos se assemelham ao benzeno.

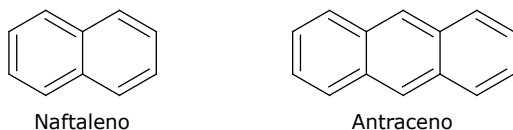


O conceito de composto aromático é estendido além dos diversos derivados do benzeno (fenol, anilina, ácido benzoico, etc.), como ocorre com os derivados do antraceno, naftaleno e fenantreno, que apresentam núcleos benzênicos conjugados.

Exemplos de compostos aromáticos heterocíclicos:



Exemplos de compostos aromáticos homocíclicos:


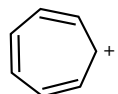



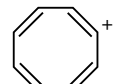
Além dos compostos que contêm anéis benzênicos, outras substâncias recebem a designação de aromáticas contudo, algumas delas, aparentemente, têm pouca semelhança com o benzeno.

As principais características dos compostos aromáticos são moléculas cíclicas, alto grau de insaturação, excepcional estabilidade (baixos calores de hidrogenação e de combustão), geometria molecular plana, nuvens cíclicas de elétrons  $\pi$  deslocalizados abaixo e acima do plano da molécula, entre outras.

Para saber se uma cadeia homocíclica, contendo ligações  $\pi$ , é ou não aromática, usamos a Regra de Hückel<sup>1</sup>, baseada na mecânica quântica. Segundo essa regra, "todos os compostos cíclicos planos ou quase planos, com  $4n + 2$  elétrons  $\pi$  alternados, sendo 'n' um número inteiro, terão caráter aromático".

Exemplos:

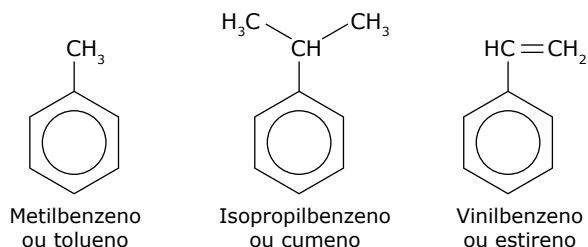
<p>Ciclobutadieno</p>  <p>n. de <math>e^- \pi = 4n + 2</math>  <math>4n + 2 = 4</math>  <math>4n = 2</math>  <math>n = 1/2</math>                  Não é aromático</p>	<p>Cátion cicloeptatrienilo</p>  <p>n. de <math>e^- \pi = 4n + 2</math>  <math>4n + 2 = 6</math>  <math>4n = 4</math>  <math>n = 1</math>                  Composto aromático</p>
--	--

<p>Cátion ciclopentadienilo</p>  <p>n. de <math>e^- \pi = 4n + 2</math>  <math>4n + 2 = 4</math>  <math>4n = 2</math>  <math>n = 1/2</math>                  Não é aromático</p>	<p>Cátion ciclo-octatetraeno</p>  <p>n. de <math>e^- \pi = 4n + 2</math>  <math>4n + 2 = 8</math>  <math>4n = 6</math>  <math>n = 3/2</math>                  Não é aromático</p>
--	--

### NOMENCLATURA DOS ARENOS

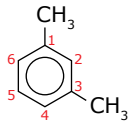
Para hidrocarbonetos aromáticos derivados do benzeno, a nomenclatura é feita da seguinte maneira: utilizamos benzeno como nome de origem e os substituintes como prefixos.

Exemplos:

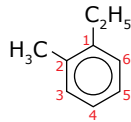


Quando dois substituintes estão presentes, suas posições relativas podem ser indicadas pelos prefixos orto-, meta- e para- (abreviados por *o-*, *m-* e *p-*) ou por meio de números.

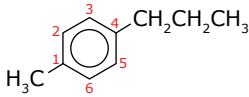
<sup>1</sup>Erich Hückel, do Instituto de Física Teórica de Stuttgart.



1,3-dimetilbenzeno,  
*m*-dimetilbenzeno ou  
*m*-xileno



1-etil-2-metilbenzeno  
ou  
*o*-etilmetilbenzeno

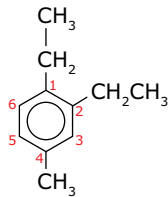


1-metil-4-propilbenzeno  
ou  
*p*-metilpropilbenzeno

A correspondência entre números e prefixos é mostrada a seguir.

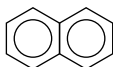
Números	Prefixos
1,2	orto-
1,3	meta-
1,4	para-

Se mais de dois grupos estão presentes, indicamos suas posições somente por números. Nesse caso, não é possível utilizar os prefixos orto-, meta- e para-.

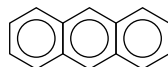


1,2-dietil-4-metilbenzeno

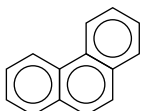
Os hidrocarbonetos aromáticos **benzenoides** possuem moléculas que podem ser consideradas como dois ou mais anéis benzênicos condensados.



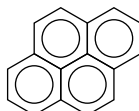
$C_{10}H_8$   
Naftaleno



$C_{14}H_{10}$   
Antraceno

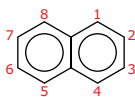


$C_{14}H_{10}$   
Fenantreno

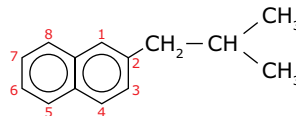


$C_{16}H_{10}$   
Pireno

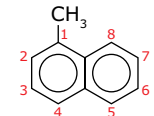
Para derivados do naftaleno, utilizamos a seguinte numeração:



Em derivados monossubstituídos do naftaleno, podemos utilizar os prefixos  $\alpha$  e  $\beta$  para indicar a posição relativa de um grupo em vez de números.



2-isobutilnaftaleno  
ou  
 $\beta$ -isobutilnaftaleno



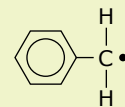
1-metilnaftaleno  
ou  
 $\alpha$ -metilnaftaleno

Em algumas situações, precisamos considerar a parte aromática da molécula como ramificação e o restante como cadeia principal. Nesses casos, utilizamos as denominações dos grupos ou radicais orgânicos aromáticos.

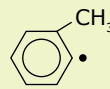
### Radicais aromáticos



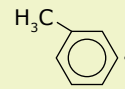
Fenil



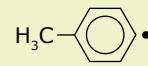
Benzil



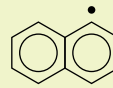
*o*-toluil



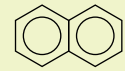
*m*-toluil



*p*-toluil

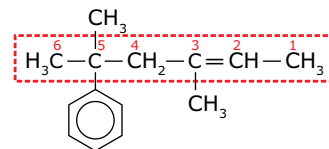


$\alpha$ -naftil



$\beta$ -naftil

No exemplo a seguir, consideramos a cadeia alifática como a principal por ser mais complexa.



5-fenil-3,5-dimetil-2-eno

O radical orgânico em que a valência livre está em um carbono  $sp^3$  é frequentemente chamado de radical **alquila**, e aquele cuja valência livre se situa em um carbono  $sp^2$  aromático é denominado **arila**.

**ATENÇÃO!** O grupo ou radical benzil não se origina da saída de um hidrogênio do benzeno, mas da saída do grupo metil do tolueno.

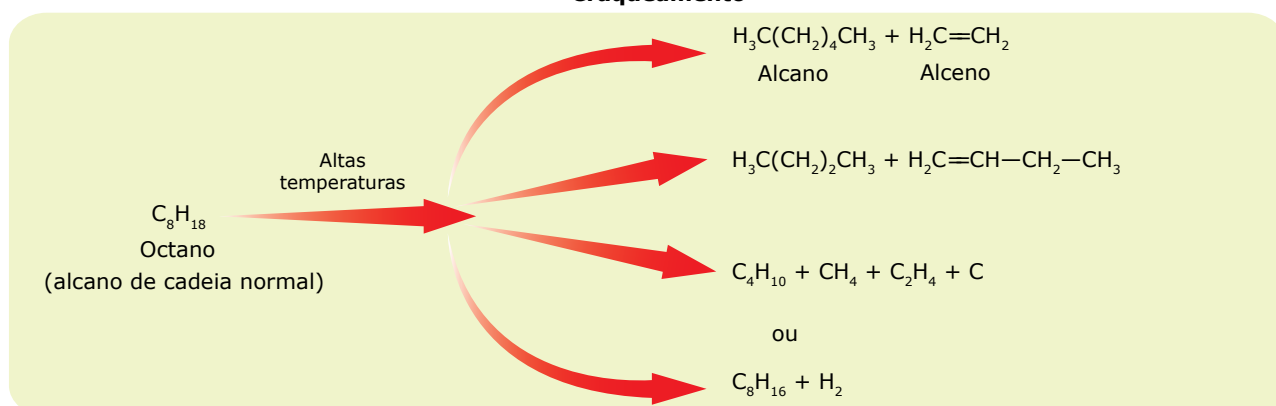
## PETRÓLEO

O petróleo é um óleo escuro formado por uma mistura complexa de substâncias, principalmente hidrocarbonetos. Entre eles, encontramos não apenas os alcanos, mas também alcenos e arenos. Aparecem também, na composição do petróleo, substâncias que contêm nitrogênio e enxofre. Os cientistas aceitam hoje em dia a teoria de que o petróleo tem origem fóssil. Nas refinarias, os componentes do óleo bruto são separados em frações pelo processo denominado destilação fracionada.

Fração	T <sub>eb</sub> / °C	N. de átomos de C
Gás	< 20	C <sub>1</sub> - C <sub>4</sub>
Éter de petróleo	20 - 100	C <sub>5</sub> - C <sub>7</sub>
Gasolina natural	40 - 205	C <sub>5</sub> - C <sub>10</sub> e alcanos cíclicos
Querosene	175 - 325	C <sub>12</sub> - C <sub>18</sub> e aromáticos
Óleo combustível	275 - 400	C <sub>12</sub> - C <sub>25</sub>
Óleo lubrificante	400 - 500	C <sub>25</sub> - C <sub>35</sub>
Asfalto	Sólidos	Compostos policíclicos

Cada uma das frações do petróleo é ainda uma mistura complexa de hidrocarbonetos. A gasolina apresenta, em sua constituição, vários componentes, a maioria hidrocarbonetos, mas também compostos sulfurados que estão relacionados ao aparecimento de chuva ácida. O petróleo também pode ser submetido a processos químicos como o craqueamento (ou *cracking*), um processo em que moléculas maiores são convertidas em outras menores por simples aquecimento ou aquecimento na presença de catalisadores.

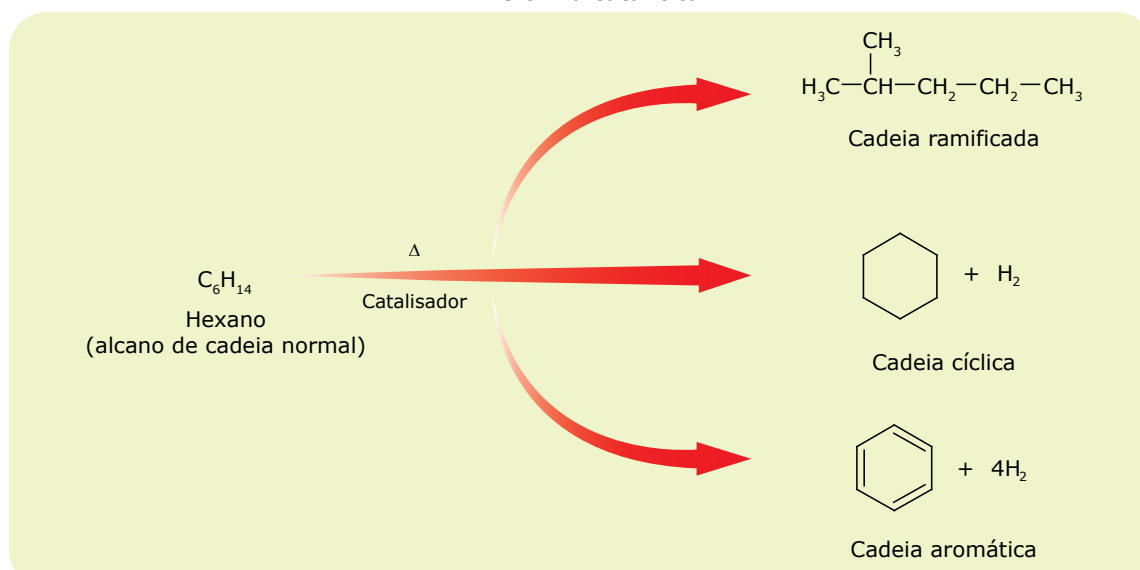
### Craqueamento



O craqueamento é um processo complexo, porque, nele, a quebra de um alcano de cadeia maior produz vários compostos de cadeias menores – alcanos, alcenos e até carbono e hidrogênio. Esse processo é usado para melhorar a qualidade da gasolina produzida por destilação fracionada e para obter matérias-primas importantes para a indústria, como o etileno,  $H_2C=CH_2$ , utilizado na fabricação de polímeros plásticos.

Outro processo químico importante é a reforma catalítica (*reforming*). Nesse caso, alcanos de cadeia normal são aquecidos na presença de catalisadores e originam outros hidrocarbonetos de cadeia ramificada, cíclicos ou mesmo aromáticos.

### Reforma catalítica



A reforma catalítica também permite melhorar o desempenho das gasolinas nos motores dos automóveis.

## GÁS NATURAL

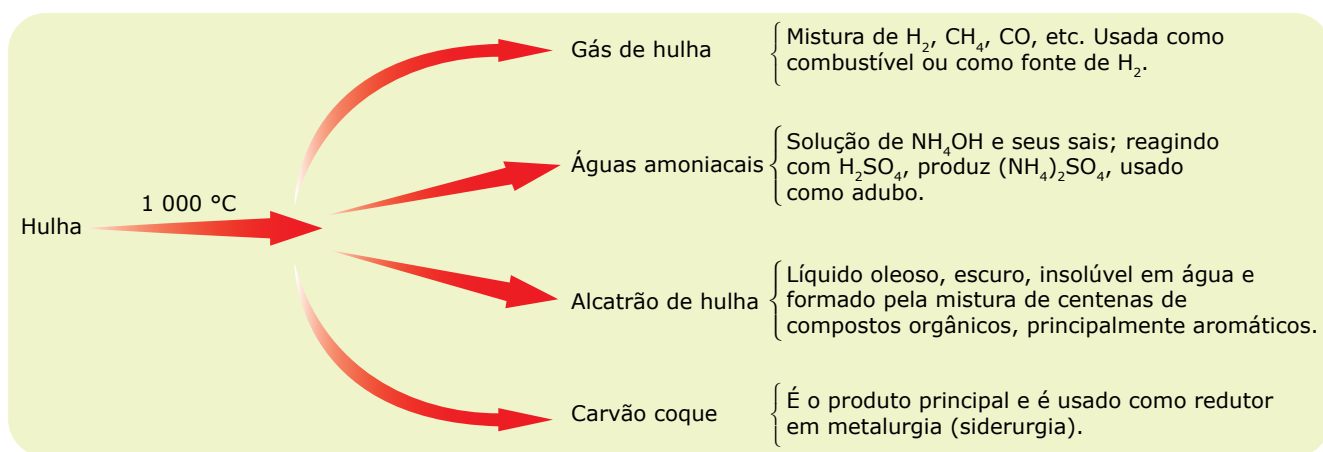
O gás natural é encontrado em bolsões no subsolo, associado ou não ao petróleo. Normalmente, o gás natural consiste em, pelo menos, 95% de hidrocarbonetos, sendo o restante constituído de nitrogênio,  $N_{2(g)}$ , gás carbônico,  $CO_{2(g)}$  e, algumas vezes, sulfeto de hidrogênio,  $H_2S_{(g)}$ . O principal componente do gás natural é o metano,  $CH_{4(g)}$ , representando mais de 90% de seu volume.

É importante não confundirmos o gás natural, que costuma ser denominado GNV (gás natural veicular), com o GLP (gás liquefeito de petróleo). Este último é formado por uma mistura de alcanos com predomínio daqueles que têm três ou quatro carbonos em suas moléculas.

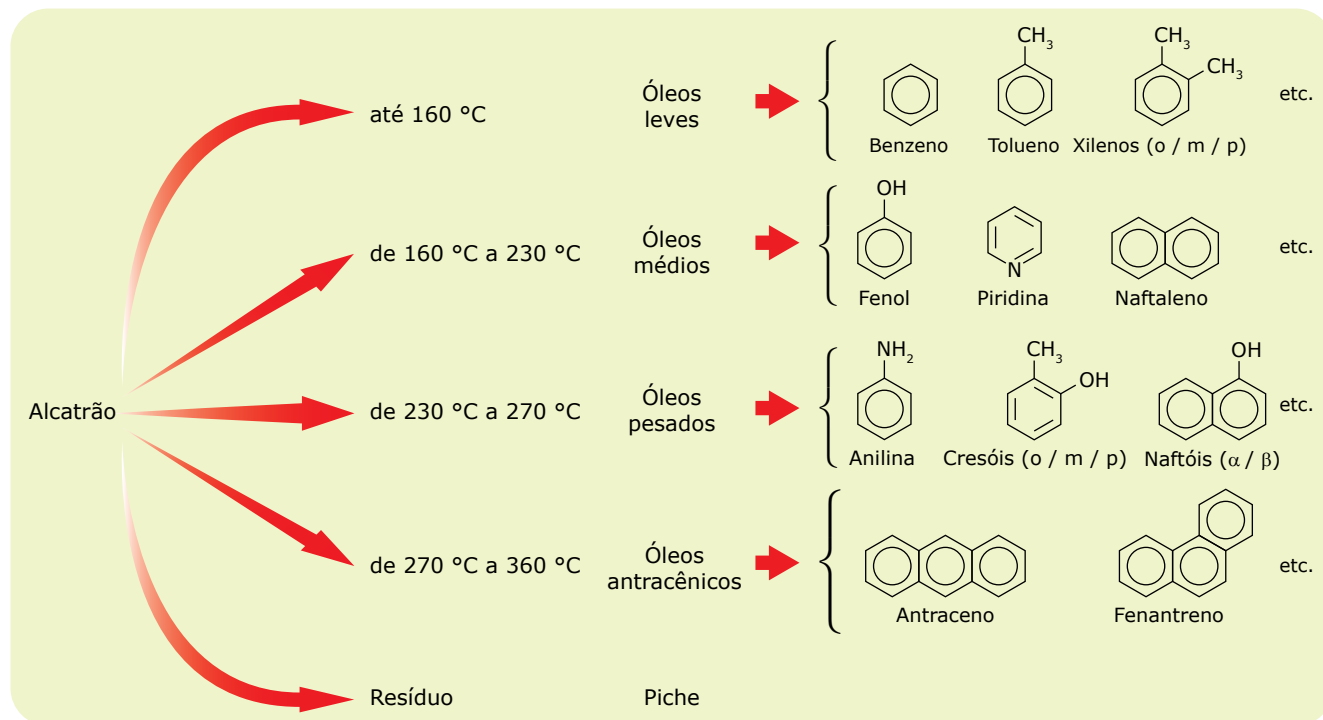
## ALCATRÃO DA HULHA

O alcatrão da hulha é uma importante fração obtida da **destilação seca** ou **pirólise** de um tipo de carvão mineral, a hulha ou carvão de pedra (80 a 90% de C). A hulha é formada por uma mistura complexa de moléculas orgânicas, constituídas predominantemente de estruturas aromáticas policíclicas.

Depois de extraída, a hulha é aquecida na ausência de ar, para não pegar fogo, no processo de **destilação seca**. Resultam então quatro frações:



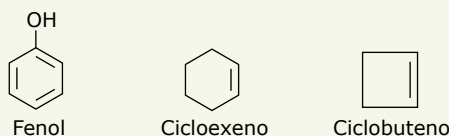
O alcatrão da hulha obtido no processo anterior é submetido à **destilação fracionada** e produz as seguintes frações:



## EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (UFPE) Segundo as estruturas dos compostos descritos a seguir, quais deles não são aromáticos?



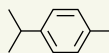
- A) Naftaleno e fenantreno  
 B) Cicloexeno e ciclobuteno  
 C) Benzeno e fenantreno  
 D) Ciclobuteno e fenol  
 E) Cicloexeno e benzeno

02. (UFU-MG) As duplas ligações existentes no anel benzênico nos dão a primeira impressão de que deveriam ser fáceis as reações de adição nesse anel, tal como acontece nos alcenos. Porém, a variação da entalpia da reação de adição de hidrogênio ( $H_2$ ) no cicloexeno é  $-28,6$  kcal, enquanto o calor liberado pela mesma adição completa em benzeno é  $49,8$  kcal.

Os valores da entalpia das reações das hidrogenações apresentadas anteriormente indicam

- A) maior estabilidade do benzeno com relação ao cicloexeno, devido à ressonância do anel.  
 B) que o anel aromático tem menor estabilidade que o cicloexeno, devido ao número de duplas ligações do anel.  
 C) que a estabilidade do benzeno independe da energia de ressonância, devido ao número de ligações no anel.  
 D) maior estabilidade do cicloexeno com relação ao anel aromático, devido ao menor número de ligações.

03. (UFRGS-RS) Observe a estrutura do *p*-cimeno a seguir.



A seguir, são indicadas três possibilidades de nomenclatura usual para representar o *p*-cimeno:

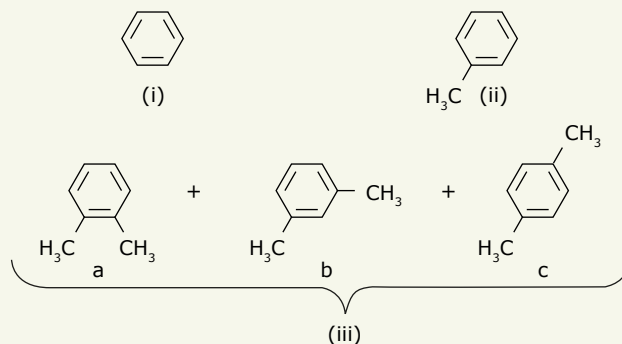
- I. *p*-isopropiltolueno.  
 II. 1-isopropil-4-metilbenzeno.  
 III. terc-butil-benzeno.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

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



(UFPA) A composição de carvões minerais varia muito, mas uma composição média comum (em %m/m) é a seguinte: 80% carbono, 10% materiais diversos, 4% umidade e 5% de matéria volátil. Por isso, além de energia, o carvão pode ser fonte de vários compostos químicos. De sua fração volátil, pode-se obter hidrocarbonetos aromáticos simples. A importância destes hidrocarbonetos pode ser avaliada com base no seu consumo anual no mundo, que é de aproximadamente  $25 \cdot 10^6$  toneladas. Dessa quantidade, em torno de 20% são obtidos pela conversão de parte da fração volátil do carvão mineral. As fórmulas estruturais de alguns destes hidrocarbonetos aromáticos estão representadas a seguir.



A nomenclatura usual para as substâncias formadas pelos compostos representados pelas fórmulas (i), (ii) e (iii) são, respectivamente,

- A) cicloexano, fenol e naftaleno.  
 B) cicloexeno, metil-cicloexeno e cresol.  
 C) benzeno, fenol e cresol.  
 D) benzina, tolueno e antraceno.  
 E) benzeno, tolueno e xileno.

05. Escreva as fórmulas estruturais planas dos seguintes compostos:

- A) 1,3,5-trimetilbenzeno  
 B) *p*-dietilbenzeno  
 C)  $\alpha$ -isobutilnaftaleno

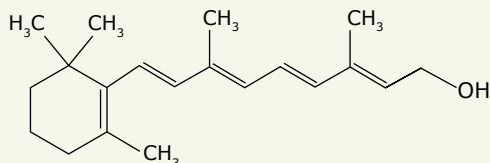


(UECE-2020) As descobertas no pré-sal incluem-se entre as mais importantes em todo o mundo na última década. Essa província é composta por grandes acumulações de óleo leve, de excelente qualidade e com alto valor comercial. Uma realidade que coloca o Brasil em uma posição estratégica frente à grande demanda mundial de energia. O volume produzido por poço no pré-sal da Bacia de Santos está muito acima da média da indústria de óleo e gás: cerca de 36 mil barris de petróleo por dia, em média. No que diz respeito ao petróleo, é correto afirmar que

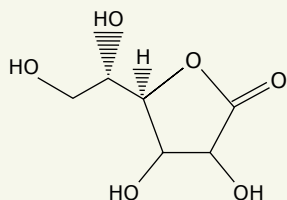
- A) se trata de um combustível fóssil correspondente a uma substância oleosa, cuja densidade é superior à da água e é inflamável.  
 B) constitui uma mistura de hidrocarbonetos – moléculas de carbono e hidrogênio – que se encontram em estado sólido, em temperatura e pressão ambientes.  
 C) de acordo com a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP –, na composição química do petróleo, só existem carbono e hidrogênio.  
 D) seus derivados são obtidos a partir do refino realizado por meio de processos químicos, como craqueamento, reforma, alquilação, hidrotratamento, entre outros.



Já a vitamina C facilita a cicatrização da pele, melhora a circulação do sangue e ajuda na prevenção de doenças cardiovasculares como aterosclerose e pressão alta. Observe as seguintes estruturas químicas:



Vitamina A



Vitamina C

De acordo com as estruturas químicas acima apresentadas, é correto dizer que

- a estrutura da vitamina A contém um anel benzênico e a da vitamina C contém um heteroátomo.
- na estrutura da vitamina A existem dez átomos de carbono do tipo  $sp^2$  enquanto na estrutura da vitamina C existem três átomos de carbono do tipo  $sp^3$ .
- enquanto a estrutura da vitamina A possui um total de 28 átomos de hidrogênio, a estrutura da vitamina C possui somente 8 átomos de hidrogênio.
- tanto a vitamina A quanto a vitamina C pertencem às funções dos álcoois, contudo, a vitamina A pertence aos aromáticos e a vitamina C aos ésteres.

06.  
IYB2

Com relação aos compostos orgânicos, assinale a alternativa incorreta.

- O 2-metilex-2-eno é um composto de cadeia aberta, ramificada, insaturada com uma única ligação  $\pi$  ( $\pi$ ).
- O 3-etil-2,3-dimetilpentano possui 3 carbonos terciários.
- Todo dimetilbenzeno pode ser chamado de xileno.
- Todo hidrocarboneto para ser ramificado deve possuir carbonos terciários e / ou quaternários.
- O menor hidrocarboneto saturado que possui um carbono terciário e dois carbonos quaternários possui fórmula geral  $C_nH_{2n}$ .

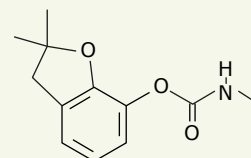
07.  
2JCM

(UECE) O benzeno é usado principalmente para produzir outras substâncias químicas. Seus derivados mais largamente produzidos incluem o estireno, que é usado para produzir polímeros e plásticos, fenol, para resinas e adesivos, e ciclohexano, usado na manufatura de nylon. Quantidades menores de benzeno são usadas para produzir alguns tipos de borrachas, lubrificantes, corantes, detergentes, fármacos, explosivos e pesticidas.

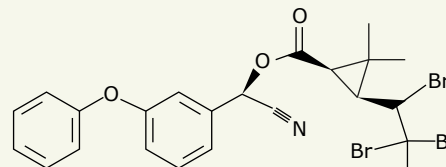
O benzeno não é representado apenas por uma estrutura de Lewis, mas por mais de um arranjo para descrever sua estrutura, que corresponde ao efeito mesomérico ou ressonância e é identificada

- por ser bastante estável e agir como se tivesse isoladamente ligações simples e ligações duplas.
- pelos distâncias entre os átomos de carbono das ligações simples (1,54 Å) e das ligações duplas (1,34 Å).
- pela variação da posição dos elétrons  $\sigma$  (sigma) que provocam mudanças nas posições dos átomos de carbono.
- por possuir distância intermediária entre os átomos de carbono, comparada com a distância da ligação simples e a distância da ligação dupla.

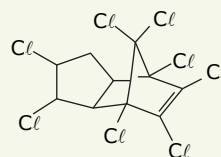
08. (PUCPR) Um tema de discussão atual tem sido o uso de sementes transgênicas voltado aos supostos aumento da produção de alimentos e diminuição do uso de pesticidas, tais como o carbofurano (I), o tralometrin (II), o clordano (III) e a atrazina (IV).



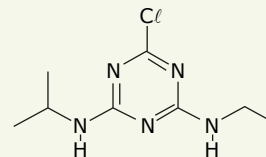
I



II



III



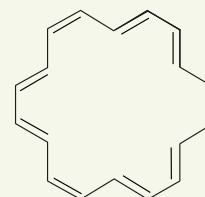
IV

Dentre esses pesticidas, quais apresentam anel aromático?

- Carbofurano, Tralometrin e Atrazina.
- Carbofurano e Clordano.
- Atrazina, Clordano e Tralometrin.
- Carbofurano, Tralometrin, Clordano e Atrazina.
- Clordano e Tralometrin.

09.  
AOTQ

(UFU-MG) O anuleno é um hidrocarboneto aromático que apresenta a seguinte fórmula estrutural simplificada:

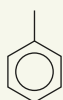




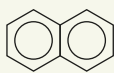
Sobre esse composto, pode-se afirmar que

- A) tem fórmula molecular  $C_{18}H_{20}$ , 9 ligações pi ( $\pi$ ) e ângulos de  $109^\circ$  entre as ligações carbono-carbono.
- B) tem fórmula molecular  $C_{18}H_{18}$ , 9 ligações pi ( $\pi$ ) e ângulos de  $120^\circ$  entre as ligações carbono-carbono.
- C) tem fórmula molecular  $C_{18}H_{16}$ , 9 elétrons pi ( $\pi$ ) e ângulos de  $109^\circ$  entre as ligações carbono-carbono.
- D) tem fórmula molecular  $C_{18}H_{20}$ , 9 elétrons pi ( $\pi$ ) e ângulos de  $120^\circ$  entre as ligações carbono-carbono.

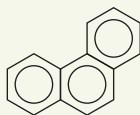
10. (PUC Rio) Considere os seguintes hidrocarbonetos e as afirmativas a seguir:



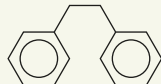
Tolueno



Naftaleno



Fenantreno



1,2-difeniletano

- I. O tolueno é um hidrocarboneto aromático mononuclear.
- II. O naftaleno possui 6 ligações pi ( $\pi$ ).
- III. A fórmula molecular do fenantreno é  $C_{14}H_{10}$ .
- IV. O 1,2-difeniletano é um hidrocarboneto aromático que possui 22 átomos de hidrogênio.

É correto apenas o que se afirma em

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

11. (UECE) Um carro estacionado na sombra durante um dia, com as janelas fechadas, pode conter de 400 a 800 mg de benzeno. Se está ao Sol, o nível de benzeno subirá de 2 000 a 4 000 mg. A pessoa que entra no carro e mantém as janelas fechadas inevitavelmente aspirará, em rápida sucessão, excessivas quantidades dessa toxina. O benzeno é uma toxina que afeta os rins e o fígado, e o que é pior, é extremamente difícil para o organismo expulsar esta substância tóxica. Por essa razão, os manuais de instruções de uso dos carros indicam que antes de ligar o ar condicionado, deve-se primeiramente abrir as janelas e deixá-las abertas por um tempo de dois minutos.

Com relação ao benzeno, assinale a afirmação correta.

- A) É um hidrocarboneto classificado como hidrocarboneto aromático, cuja massa molar é menor do que 75 g/mol.
- B) Em sua fórmula estrutural existem carbonos do tipo  $sp^3$ .
- C) O radical gerado com a perda de um hidrogênio desse composto é chamado de fenil.
- D) Apresenta, em sua cadeia carbônica, as seguintes particularidades: cíclica, normal, insaturada e heterogênea.

## SEÇÃO ENEM

01. (Enem) O petróleo é uma fonte de energia de baixo custo e de larga utilização como matéria-prima para uma grande variedade de produtos. É um óleo formado de várias substâncias de origem orgânica, em sua maioria hidrocarbonetos de diferentes massas molares. São utilizadas técnicas de separação para obtenção dos componentes comercializáveis do petróleo. Além disso, para aumentar a quantidade de frações comercializáveis, otimizando o produto de origem fóssil, utiliza-se o processo de craqueamento.

O que ocorre nesse processo?

- A) Transformação das frações do petróleo em outras moléculas menores.
- B) Reações de óxido-redução com transferência de elétrons entre as moléculas.
- C) Solubilização das frações do petróleo com a utilização de diferentes solventes.
- D) Decantação das moléculas com diferentes massas molares pelo uso de centrífugas.
- E) Separação dos diferentes componentes do petróleo em função de suas temperaturas de ebulição.

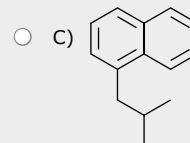
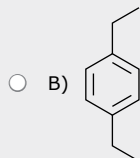
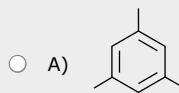
## GABARITO

Meu aproveitamento

### Aprendizagem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. B
- 02. A
- 05.



- 06. D
- 07. E
- 08. E

### Propostos

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. D
- 02. D
- 03. Soma = 14
- 04. C
- 05. B
- 06. B
- 07. D
- 08. A
- 09. B
- 10. C
- 11. C

### Seção Enem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. A



Total dos meus acertos: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ %

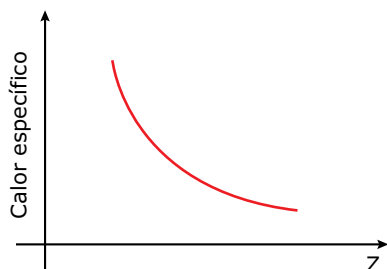
## Propriedades Periódicas

Algumas propriedades físicas e químicas dos elementos variam periodicamente com o aumento de seus números atômicos. Essa periodicidade decorre da repetição de estruturas eletrônicas dos elementos de período em período. Tais propriedades são chamadas de propriedades periódicas e atingem valores máximos e mínimos em cada um dos períodos e famílias da tabela periódica.

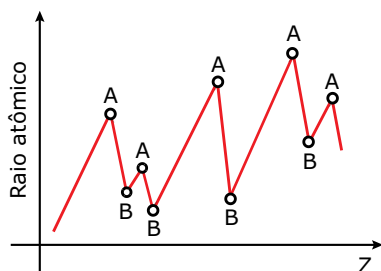
Entretanto, determinadas propriedades só aumentam ou diminuem seus valores com o número atômico. São as chamadas propriedades aperiódicas. As mais importantes são calor específico, massa atômica e número de nêutrons.

Para distinguirmos os dois tipos – periódicas e aperiódicas – basta construirmos um gráfico de propriedade *versus* número atômico. A propriedade aperiódica corresponde sempre a uma curva ascendente ou descendente; já a periódica possui uma série de pontos de máximo (picos) e pontos de mínimo (vales), que se alternam com o aumento do número atômico.

### Propriedades aperiódicas



### Propriedades periódicas



- (A) Picos (pontos de máximo)
- (B) Vales (pontos de mínimo)

## CARGA NUCLEAR EFETIVA

[...]

Em um átomo polieletrônico, cada elétron é simultaneamente atraído pelo núcleo e repelido por outros elétrons. Em geral, existem tantas repulsões elétron-elétron que não podemos analisar exatamente a situação. Entretanto, podemos estimar a energia de cada elétron, considerando o modo como ele interage com o ambiente médio criado pelo núcleo e os outros elétrons do átomo. Essa abordagem permite-nos tratar cada elétron individualmente como se ele estivesse se movendo no campo elétrico criado pelo núcleo e pela densidade eletrônica vizinha dos outros elétrons. Esse campo elétrico é equivalente ao campo gerado por uma carga localizada no núcleo, chamada carga nuclear efetiva. A carga nuclear efetiva,  $Z_{\text{ef}}$  agindo em um elétron, é igual ao número de prótons no núcleo,  $Z$ , menos o número médio de elétrons,  $S$ , que está entre o núcleo e o elétron em questão.

$$Z_{\text{ef}} = Z - S$$

Como  $S$  representa uma média, não é necessário que seja um número inteiro.

Muitas das propriedades dos átomos são determinadas pela carga nuclear efetiva sofrida por seus elétrons mais externos ou de valência. [...] Diz-se que a densidade eletrônica relativa aos elétrons mais internos blinda ou protege os elétrons mais externos da carga total do núcleo. [...]

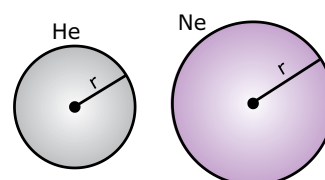
BROWN, T. L.; LeMAY Jr.; H. E.; BURSTEN, B. E.  
*Química: uma ciência central*. 9. ed.

São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. p. 220. [Fragmento]

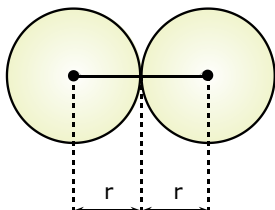
## TAMANHO DE ÁTOMOS E ÍONS



Para os gases nobres, que são os únicos elementos encontrados na natureza na forma monoatômica, o raio atômico nada mais é do que a distância do centro do núcleo até a camada de valência (último nível de energia). O raio dos gases nobres é um caso de raio de Van der Waals.

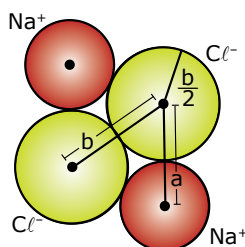


No caso de cristais metálicos, com a difração de raios X, determina-se a posição dos núcleos de dois átomos contínuos. A distância que separa os dois núcleos dividida ao meio é o raio atômico e, em geral, é medida em Å (Angstroms,  $1\text{Å} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ ).

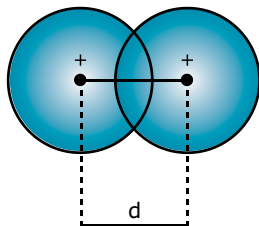


Porém, se o cristal for iônico, mediremos o raio iônico. Tomemos, como exemplo, uma parte de um cristal de cloreto de sódio sólido, em que há uma repetição alternada de cátions e de ânions tridimensionalmente.

Chamemos de  $b$  a distância entre os núcleos dos íons maiores e de  $a$  a distância entre os núcleos do cátion e do ânion. Nesse exemplo,  $b/2$  é o raio do ânion. O raio do cátion é dado por  $a - b/2$ .

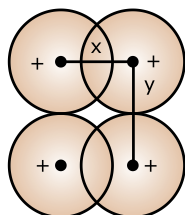


No caso de moléculas simples, há uma interpenetração das nuvens eletrônicas (*overlap*) que resulta em uma diminuição do raio atômico em relação ao átomo isolado.



Na molécula de nitrogênio  $N_2$ ,  $d = 1,4 \text{ Å}$ , logo:  $r_N = 0,7 \text{ Å}$ .

Quando duas moléculas (apolares) ou átomos estão unidos por força de Van der Waals, podemos medir o raio de Van der Waals. Veja:



Moléculas de bromo  $Br_2$  no estado sólido.

$\frac{x}{2}$  é o raio covalente.

$\frac{y}{2}$  é o raio de Van der Waals.

Veja que:

$$\frac{x}{2} < \frac{y}{2} \therefore r_{cov} < r_{vdw}$$

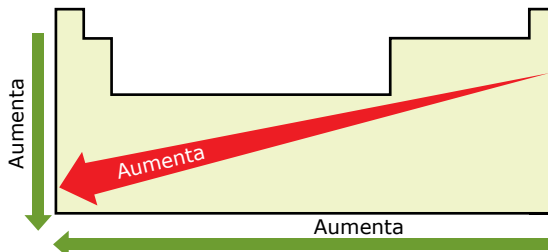
Existe uma relação entre os raios de átomos neutros e os de íons.

## Raio atômico

Os valores dos raios atômicos nos permitem observar duas tendências:

1. Em cada coluna, o raio atômico tende a crescer à medida que descemos. Essa tendência resulta, basicamente, do aumento do número quântico principal dos elétrons mais externos associado ao aumento dos números de níveis eletrônicos ocupados.
2. Em cada período, o raio atômico tende a diminuir quando vamos da esquerda para a direita. O principal fator é o aumento da carga nuclear efetiva ( $Z_{ef}$ ) à medida que a movemos ao longo do período.

Na tabela periódica, o crescimento dos raios atômicos é indicado por:



## Cátions

Quando um átomo neutro se transforma em um cátion, ele perde pelo menos um elétron, e o seu núcleo atrai mais fortemente a eletrosfera, diminuindo o raio.

$$r_{cátion} < r_{átomo\ neutro}$$

## Ânions

Quando um átomo neutro incorpora elétrons em seu nível de valência, transforma-se em um ânion. Assim, tanto o número de elétrons quanto as repulsões eletrostáticas entre eles aumentam.

Para que essas repulsões atinjam os valores admissíveis, o ânion aumenta a distância entre os elétrons, aumentando, dessa forma, o raio.

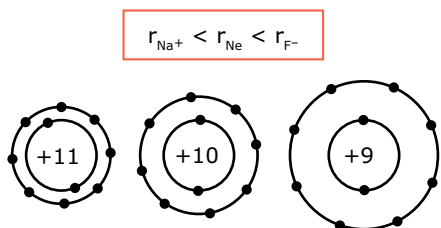
$$r_{ânion} > r_{átomo\ neutro}$$

## Espécies isoeletrônicas

Íons e átomos isoeletrônicos possuem o mesmo número de níveis preenchidos e de elétrons. O íon que possui o maior número atômico (Z) possuirá maior número de prótons em seu núcleo, o que atrairá os elétrons com maior força, diminuindo o raio.

### Exemplos:

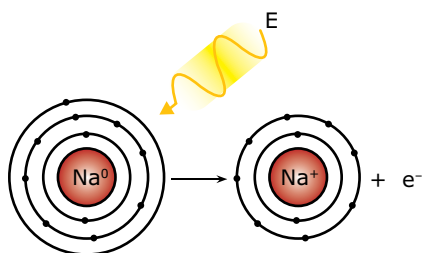
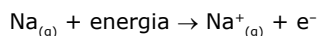
Ne (Z = 10), Na<sup>+</sup> (Z = 11) e F<sup>-</sup> (Z = 9).



## POTENCIAL DE IONIZAÇÃO OU ENERGIA DE IONIZAÇÃO

Potencial de ionização é a energia necessária para retirar um elétron do nível mais externo de um átomo neutro e isolado, no estado gasoso.

Para um átomo de sódio, a equação do processo é:



Definimos o 1º potencial de ionização como a energia necessária para retirar o 1º elétron de um átomo neutro isolado, no estado gasoso. Para a retirada do 2º elétron do nível mais externo do mesmo átomo, teremos o 2º potencial de ionização, e assim sucessivamente. Tomemos, como exemplo, o carbono.

$$\text{C}_{(g)} + 11,2 \text{ eV} \rightarrow \text{C}^+_{(g)} + e^-$$

1º potencial de ionização  $E_1 = 11,2 \text{ eV}$

$$\text{C}^+_{(g)} + 24,4 \text{ eV} \rightarrow \text{C}^{2+}_{(g)} + e^-$$

2º potencial de ionização  $E_2 = 24,44 \text{ eV}$

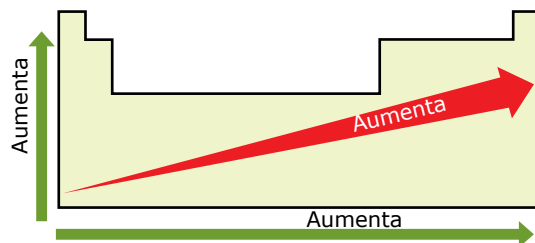
$$\text{C}^{2+}_{(g)} + 47,9 \text{ eV} \rightarrow \text{C}^{3+}_{(g)} + e^-$$

3º potencial de ionização  $E_3 = 47,9 \text{ eV}$

Veja:

$E_1 < E_2 < E_3$

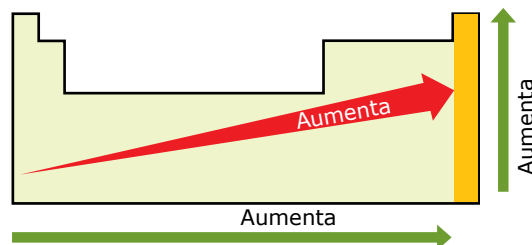
Para removermos do 1º ao 3º elétron do átomo de carbono, do nível mais externo para o mais interno, há a exigência de uma quantidade de energia crescente. Isso se deve ao fato de os elétrons estarem cada vez mais próximos do núcleo, que usa sua carga positiva "constante" com maior força para atrair os elétrons restantes. Na tabela periódica, o crescimento dos potenciais de ionização ocorre da esquerda para a direita em um período, e de baixo para cima em uma família.



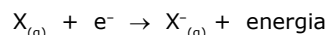
Observe que, quanto menor e mais eletronegativo for o átomo, maior será o seu potencial de ionização, pois, quanto maior for o átomo, maior será a dificuldade que o seu núcleo terá para atrair os elétrons mais externos.

## AFINIDADE ELETRÔNICA

É a energia liberada por um átomo neutro, isolado e no estado gasoso quando incorpora um elétron adicional. Seus valores crescem no mesmo sentido do crescimento da eletronegatividade e da energia de ionização, apesar de serem desconhecidos os valores de afinidade eletrônica de alguns elementos.



A equação genérica desse processo é



Elemento	A.E. / kJ.mol <sup>-1</sup>
Flúor	-328
Cloro	-349
Bromo	-324,7
Iodo	-259,2
Hidrogênio	-72,8

Algumas vezes, para adicionarmos um elétron ao átomo, ocorre uma absorção de energia; nesse caso, teremos valores de A.E. positivos.

## ELETRONEGATIVIDADE

É a medida da tendência relativa que os átomos têm de atrair elétrons em uma ligação química. Em geral, usa-se a Escala de Pauling, em que o flúor foi tomado como padrão com o valor 4,0 (mais eletronegativo).

Escala de Pauling para os elementos mais importantes:

F	O	N	Cl	Br	I	S	C
4,0	3,5	3,0	3,0	2,8	2,5	2,5	2,5

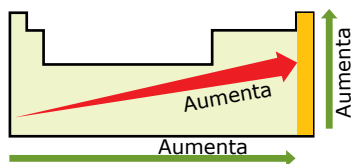
Au	Se	Pt	Te	P	H	As	B
2,4	2,4	2,2	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0

Cu	Sb	Si	Ga	Sn	Pb	Fe	Co
1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8

Ni	Cr	Zn	Al	Mn	Be	Mg	Ca
1,8	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,2	1,0

Sr	Li	Na	Ba	K	Rb	Cs	Fr
1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7

A variação da eletronegatividade ao longo da tabela é:

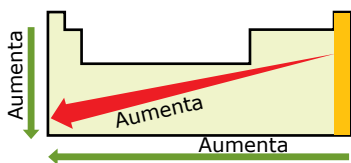


Observe que não se define eletronegatividade para os gases nobres, já que eles possuem a camada de valência completa, sendo estáveis, não necessitando receber elétrons, apesar de reagirem sob condições especiais.

### ELETROPOSITIVIDADE



É a medida da tendência de um átomo em perder elétrons em uma ligação química. Funciona como um indicativo do caráter metálico de um elemento por ser o contrário da eletronegatividade.



### DENSIDADE OU MASSA ESPECÍFICA

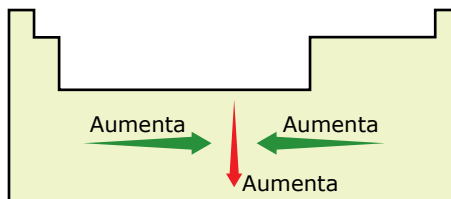


A densidade indica a massa contida em uma unidade de volume, matematicamente definida como

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

No caso de sólidos e líquidos, costuma-se representá-la em g.cm<sup>-3</sup> ou g.mL<sup>-1</sup>; nos gases, em g.L<sup>-1</sup>. Nos períodos,

a densidade aumenta das extremidades para o centro, variação inversa à do volume atômico; nas famílias, cresce com o número atômico, pois, embora haja aumento tanto da massa quanto do volume atômico, a variação da massa prepondera sobre a do volume.



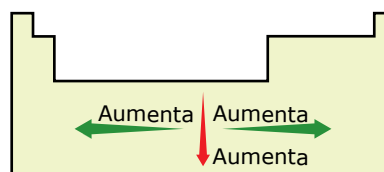
### VOLUME ATÔMICO



É o volume ocupado por um mol de átomos do elemento no estado sólido. É calculado dividindo-se a massa molar de um elemento pela sua densidade. Por exemplo, para o volume atômico do ouro, temos

$$V_{(Au)} = \frac{M_{(Au)}}{\rho_{(Au)}} = \frac{197,2 \text{ g.mol}^{-1}}{19,3 \text{ g.cm}^{-3}} = 10,22 \text{ cm}^3.\text{mol}^{-1}$$

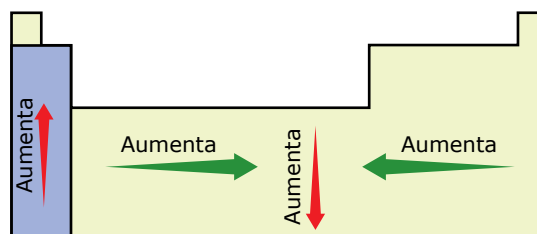
Observamos que os maiores valores de volume atômico são encontrados nos elementos situados nos extremos da tabela, e os elementos mais centrais apresentam os menores valores. Nas famílias, o volume atômico aumenta de cima para baixo. A variação irregular do volume atômico é devida às diferenças nas estruturas cristalinas dos elementos.



### TEMPERATURA DE FUSÃO E TEMPERATURA DE EBULIÇÃO



Temperatura de fusão é a temperatura na qual um material passa do estado sólido para o estado líquido; já a temperatura de ebulição é a temperatura na qual um líquido passa para o estado gasoso. Geralmente, trabalhamos à pressão normal, 1 atmosfera.



## EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



**01.** (UERJ) O rompimento da barragem de contenção de uma mineradora em Mariana (MG) acarretou o derramamento de lama contendo resíduos poluentes no Rio Doce. Esses resíduos foram gerados na obtenção de um minério composto pelo metal de menor raio atômico do grupo 8 da tabela de classificação periódica. A lama levou 16 dias para atingir o mar, situado a 600 km do local do acidente, deixando um rastro de destruição nesse percurso. Caso alcance o arquipélago de Abrolhos, os recifes de coral dessa região ficarão ameaçados.

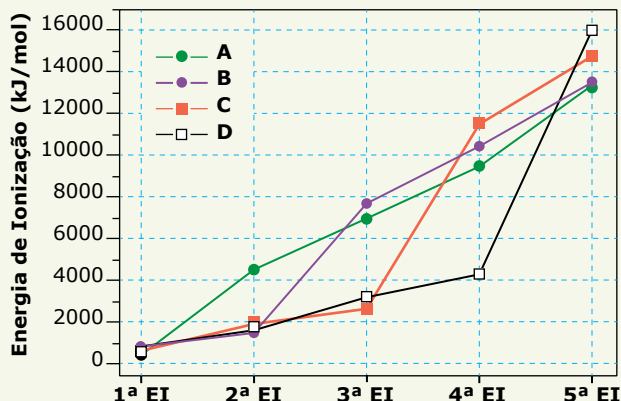
O metal que apresenta as características químicas descritas no texto é denominado

- A) ferro. C) sódio.  
B) zinco. D) níquel.

**02.** (UPE-PE) A sistematização dos elementos químicos na tabela periódica foi um dos marcos evolutivos da química. Em relação à classificação periódica dos elementos, é correto afirmar que

- A) o átomo de Ag ( $Z = 47$ ) ocupa o quarto período da tabela periódica e apresenta dois elétrons na última camada.  
B) entre os elementos que compõem a família dos metais alcalinos, apenas o céσιο e o frâncio formam cátions com carga +2.  
C) há uma dificuldade experimental para se definir o tamanho de um átomo, porque a sua nuvem eletrônica não termina nitidamente a uma distância bem definida do núcleo.  
D) em geral, os raios iônicos dos cátions monoatômicos de carga +1 são muito próximos e, em alguns casos, iguais aos raios atômicos dos seus átomos originais.  
E) para se formar o cátion  $Fe^{3+}$  ( $Z = 26$ ), são removidos do subnível 3d os três elétrons mais energéticos ficando, portanto, o subnível 3d com apenas três elétrons desemparelhados.

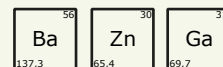
**03.** (OMQ-2020) As curvas representadas de A a D, na figura abaixo, correspondem às energias de ionização de elementos do terceiro período da tabela periódica.



Indique a alternativa que representa a curva correspondente às energias de ionização do elemento alumínio.

- A) D B) C C) B D) A

**04.** (UFRGS-RS) Um aficionado do seriado TBBT, que tem como um dos principais bordões a palavra "bazinga", comprou uma camiseta alusiva a essa palavra com a representação dos seguintes elementos.



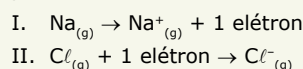
Em relação a esses elementos, considere as afirmações a seguir.

- I. Zinco apresenta raio atômico maior que o bário.  
II.  $Zn^{2+}$  e  $Ga^{3+}$  são isoeletrônicos.  
III. Bário é o elemento que apresenta menor potencial de ionização.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

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

**05.** (UFU-MG) A seguir estão representadas as etapas que podem ocorrer com o sódio e com o cloro respectivamente.



Considerando-se o exposto anterior, pode-se afirmar que

- A) as etapas I e II ocorrem com liberação de energia.  
B) a etapa II ocorre com absorção de energia.  
C) as etapas I e II ocorrem com absorção de energia.  
D) a etapa I ocorre com absorção de energia.

**06.** (UEA-AM) Entre as ligas metálicas empregadas na indústria aeronáutica e em carrocerias de ônibus rodoviários, encontra-se o duralumínio, assim definido: "classe de ligas leves de alumínio contendo cobre, magnésio, manganês e algumas vezes silício."

Disponível em: [www.cimm.com.br](http://www.cimm.com.br). Acesso em: 4 nov. 2016.

Considerando a posição, na classificação periódica, dos cinco elementos químicos citados nessa definição, é correto afirmar que o de menor eletronegatividade é o

- A) alumínio. D) manganês.  
B) cobre. E) silício.  
C) magnésio.

**07.** (PUC Minas-2019) Sobre as propriedades periódicas dos elementos químicos, é correto afirmar:

- A) A conversão de um átomo em cátion é acompanhada pela diminuição do raio atômico.  
B) A energia de ionização da retirada de um segundo elétron de um átomo é maior que a energia de ionização para o primeiro elétron.  
C) A energia de ionização da retirada de um segundo elétron de um átomo é menor que a energia de ionização para o primeiro elétron.  
D) A conversão de um átomo em ânion é acompanhada pelo aumento do raio atômico.

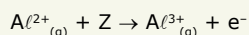
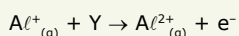
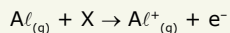
- 08.** (UECE) Em 1839, o físico Alexandre Edmond Becquerel (1820-1891) ao descobrir, experimentalmente, o efeito fotoelétrico, aos 19 anos de idade, jamais imaginou que estivesse criando um novo meio de captação de energia limpa. A energia solar incide sobre uma célula fotoelétrica atingindo elétrons e produzindo eletricidade que pode ser convertida em energia luminosa ou mecânica, por exemplo. Para garantir maior eficiência, o material usado na fabricação de uma célula fotoelétrica deve ter
- alta densidade.
  - alta eletronegatividade.
  - baixo ponto de fusão.
  - baixa energia de ionização.

## EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (OMQ-2020) Indique a alternativa que apresenta, para a série isoeletrônica de espécies químicas, a ordem crescente de raio.
- $\text{Ca}^{2+} < \text{K}^+ < \text{Ar} < \text{Cl}^-$
  - $\text{Ca}^{2+} < \text{K}^+ < \text{Cl}^- < \text{Ar}$
  - $\text{K}^+ < \text{Ca}^{2+} < \text{Ar} < \text{Cl}^-$
  - $\text{Ca}^{2+} < \text{Ar} < \text{K}^+ < \text{Cl}^-$

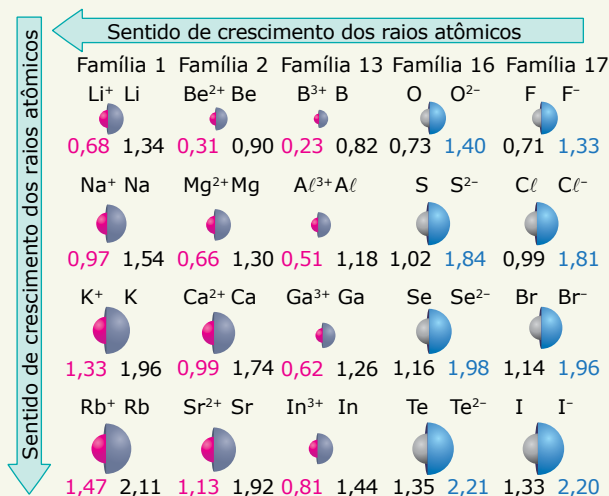
- 02.** (PUC-SP) Observe as reações a seguir:



X, Y e Z correspondem ao valor de energia necessária para remover um ou mais elétrons de um átomo isolado no estado gasoso. A alternativa que apresenta corretamente o nome dessa propriedade periódica e os valores de X, Y e Z, respectivamente, é

- eletronegatividade; 578 kJ, 1 820 kJ e 2 750 kJ.
- energia de ionização; 2 750 kJ, 1 820 kJ e 578 kJ.
- energia de ionização; 578 kJ, 1 820 kJ e 2 750 kJ.
- eletroafinidade; 2 750 kJ, 1 820 kJ e 578 kJ.

- 03.** (UFU-MG) A diversidade de materiais existente no mundo tem relação com sua estrutura interna e com as interações que ocorrem no nível atômico e subatômico. As propriedades periódicas, como raio, eletronegatividade, potencial de ionização e afinidade eletrônica, auxiliam a explicação de como formam esses materiais. Duas dessas propriedades são centrais: raio atômico e raio iônico. Considere a figura a seguir:



Disponível em: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/upload/conteudo/crescimento-dos-raiosatomicos-na-tabela.jpg>. Acesso em: 11 mar. 2018.

Essa figura representa os raios atômicos e iônicos de algumas espécies químicas. Sobre essas espécies e seus raios, é correto concluir que

- o raio dos ânions é maior que o do respectivo elemento no estado neutro, porque o átomo ganhou elétrons e manteve sua carga positiva.
- o raio atômico e iônico dos elementos de um mesmo período diminui com o aumento do número atômico e com a mudança de carga.
- o raio iônico dos elementos de uma mesma família não segue a periodicidade e varia independentemente do ganho ou da perda de elétrons.
- o raio dos cátions é menor que o do respectivo elemento no estado neutro, porque o átomo perdeu elétrons, aumentando o efeito da carga nuclear.

- 04.** (Mackenzie-SP) Na tabela periódica a seguir, alguns elementos químicos foram representados aleatoriamente pelos algarismos romanos I, II, III, IV e V.

A respeito desses elementos químicos, é correto afirmar que

- I é um elemento de transição e está no grupo 6 da tabela periódica.
- II possui o maior raio atômico e é um exemplo de metal alcalinoterroso.
- III possui a configuração eletrônica da camada de valência  $ns^2np^1$ .
- IV possui a tendência de receber elétrons quando faz ligação com o elemento II.
- V é um metal nobre e possui uma elevada energia de ionização.



**05.** (UFT-TO) Analise as proposições a seguir, com relação às propriedades periódicas dos elementos químicos.

- I. A eletronegatividade é a força de atração exercida sobre os elétrons de uma ligação e relaciona-se com o raio atômico de forma diretamente proporcional, pois a distância núcleo-elétrons da ligação é menor.
- II. A eletroafinidade é a energia liberada quando um átomo isolado, no estado gasoso, captura um elétron; portanto, quanto menor o raio atômico, menor a afinidade eletrônica.
- III. Energia (ou potencial) de ionização é a energia mínima necessária para remover um elétron de um átomo gasoso e isolado, em seu estado fundamental.
- IV. O tamanho do átomo, de modo geral, varia em função do número de níveis eletrônicos (camadas) e do número de prótons (carga nuclear).

É correto o que se afirma em

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

**06.** (PUC Minas) Com relação à energia de ionização, é incorreto afirmar:

- A) Quanto maior a energia de ionização, mais difícil é a retirada dos elétrons mais externos.
- B) A saída do segundo elétron demanda mais energia que a do primeiro.
- C) Quanto maior o raio atômico, menor é a energia de ionização.
- D) A energia de ionização cresce da esquerda para direita e de cima para baixo na tabela periódica.

**07.** (UFPR) A maioria dos elementos da tabela periódica apresenta-se como metais quando cristalizados na sua substância pura. Suas propriedades químicas são alvos tanto da pesquisa quanto da aplicação industrial. Por pertencerem a uma mesma classe, os metais possuem características similares. Sobre as características dos metais, considere as seguintes afirmativas:

- 1. Metais apresentam alta condutividade térmica e elétrica.
- 2. Metais possuem altos valores de eletronegatividade.
- 3. Metais apresentam baixa energia de ionização.
- 4. Metais reagem espontaneamente com oxigênio.

Assinale a alternativa correta.

- A) Somente a afirmativa 3 é verdadeira.
- B) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
- C) Somente as afirmativas 2 e 4 são verdadeiras.
- D) Somente as afirmativas 1, 3 e 4 são verdadeiras.
- E) As afirmativas 1, 2, 3 e 4 são verdadeiras.

**08.** (UDESC) A tabela periódica dos elementos químicos é uma das ferramentas mais úteis na Química. Por meio da tabela, é possível prever as propriedades químicas dos elementos e dos compostos formados por eles. Com relação aos elementos C, O e Si, analise as proposições.

- I. O átomo de oxigênio apresenta maior energia de ionização.
- II. O átomo de carbono apresenta o maior raio atômico.
- III. O átomo de silício é mais eletronegativo que o átomo de carbono.
- IV. O átomo de silício apresenta maior energia de ionização.
- V. O átomo de oxigênio apresenta o maior raio atômico.

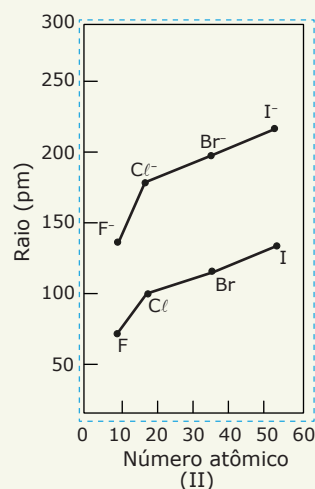
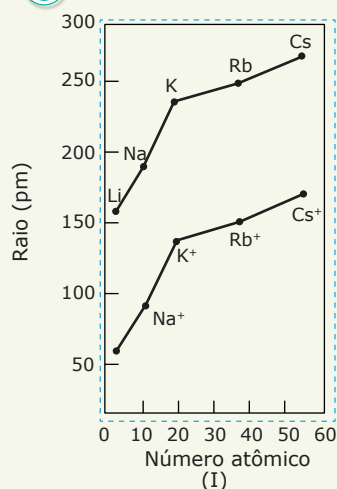
Assinale a alternativa correta.

- A) Somente a afirmativa V é verdadeira.
- B) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- C) Somente as afirmativas IV e V são verdadeiras.
- D) Somente a afirmativa I é verdadeira.
- E) Somente a afirmativa III é verdadeira.

**09.**  
R6UG



(Unimontes-MG) As figuras I e II são relativas aos raios atômicos e iônicos de alguns elementos químicos.



Em função da análise das figuras, assinale a alternativa correta.

- A) Os íons Na<sup>+</sup> e F<sup>-</sup> são isoeletrônicos, monovalentes, sendo o cátion menor que o ânion.
- B) Os ânions apresentam carga nuclear diferente dos átomos neutros correspondentes.
- C) Os íons haletos apresentam menores raios em relação aos íons dos metais alcalinos.
- D) Os metais alcalinos são convertidos em ânions e os halogênios em cátions.

- 10.** (PUC RS) Analise o quadro a seguir, que apresenta os valores de eletronegatividades de elementos químicos representativos.



H 2,2							He -
Li 1,0	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0	Ne -
Na 0,9	Mg 1,3	Al 1,6	Si 1,9	P 2,1	S 2,5	Cl 3,1	Ar -
K 0,8	Ca 1,0	Ga 1,8	Ge 2,0	As 2,1	Se 2,5	Br 2,9	Kr -
Rb 0,8	Sr 1,0	In 1,5	Sn 1,9	Sb 2,0	Te 2,1	I 2,6	Xe -

Em relação ao quadro apresentado, é correto afirmar que

- os valores de eletronegatividade dos metais alcalinos são inferiores aos dos gases nobres.
- os halogênios geralmente apresentam forte tendência de atrair elétrons em ligações covalentes e podem formar ânions.
- os elementos que possuem dois níveis de energia apresentam menores eletronegatividades.
- as eletronegatividades dos elementos do grupo do carbono decrescem regularmente em função do crescimento do número atômico.
- os elementos boro, germânio e antimônio apresentam igual eletronegatividade em razão de terem mesmo número de elétrons no nível de valência.

- 11.** (PUC Minas) Os elementos químicos são distribuídos na tabela periódica de acordo com o crescimento do número atômico. Tal distribuição faz com que os elementos com propriedades semelhantes fiquem reunidos em uma mesma coluna e regiões específicas da tabela. Sobre a periodicidade química dos elementos, leia com atenção os itens a seguir.



- Os elementos da família dos metais alcalinos são os elementos químicos que apresentam maior energia de ionização.
- O raio atômico é a distância medida entre dois núcleos em uma ligação química.
- Os elementos da família dos halogênios são os elementos químicos que apresentam maior afinidade eletrônica.
- A eletronegatividade é a tendência que um átomo possui de atrair os elétrons de outro átomo em uma ligação química.

São afirmativas corretas:

- I, III e IV.
- II, III e IV.
- II e IV, apenas.
- III e IV, apenas.

- 12.** (UEMA) Leia a notícia a seguir divulgada em um jornal maranhense:

**Furto de fiação elétrica, telefônica, de Internet e de TV causa prejuízos em São Luís**

São cabos de cobre e de alumínio, levados por bandidos que furtam não apenas as redes de telefonia, mas principalmente a rede elétrica. Esses materiais são visados por criminosos por causa do alto valor de venda no mercado.

O ESTADO DO MARANHÃO (Adaptação).

Pode-se afirmar em relação às propriedades dos metais citados que

- ambos possuem alta eletronegatividade.
  - o cobre forma cátion e o alumínio forma ânion.
  - ambos têm dificuldade de doar seus elétrons mais externos.
  - ambos possuem alta eletropositividade.
  - o cobre forma ânion e o alumínio forma cátion.
- 13.** (FAMERP-SP) Açai, castanha de caju, castanha-do-brasil e cupuaçu são produtos nativos da América do Sul, cada vez mais exportados para Europa. A tabela apresenta um dos constituintes minerais de cada um desses produtos.

Produto	Mineral
Açai	Potássio
Castanha de caju	Fósforo
Castanha-do-brasil	Selênio
Cupuaçu	Ferro

Dentre os elementos químicos indicados na tabela, aquele que apresenta a 1ª energia de ionização mais elevada e o que apresenta maior raio atômico são, respectivamente, os que constituem

- o açai e a castanha-do-brasil.
  - a castanha de caju e o açai.
  - a castanha de caju e o cupuaçu.
  - a castanha-do-brasil e o açai.
  - o cupuaçu e a castanha-do-brasil.
- 14.** (UDESC) A Ciência usa o recurso de modelos para explicar os fenômenos observados. Em muitas situações, o modelo de Dalton para o átomo é suficiente para entender alguns fenômenos, mas a razão da periodicidade das propriedades físicas e químicas na tabela periódica só foi possível a partir do modelo de Bohr. Com relação às propriedades na tabela periódica atual, pode-se afirmar que
- para cada coluna na tabela periódica, de acordo com o modelo de Bohr, os elétrons começam a preencher um novo nível de energia.
  - a primeira energia de ionização corresponde ao elétron mais fortemente ligado ao núcleo.
  - ao longo de um período, o raio atômico diminui. Portanto, a energia de ionização também diminui.
  - de acordo com o modelo de Bohr, a primeira energia de ionização do sódio (Na) é maior que a primeira energia de ionização do cloro (Cl).
  - a variação das energias de ionização observada ao longo da tabela periódica está relacionada às distâncias dos elétrons ao núcleo.

15.  
LZKC

(UEFS-BA) Em 1913, Henry G. J. Moseley estabeleceu o conceito de número atômico, verificando que esse número caracterizava melhor um elemento químico do que sua massa atômica, e, a partir dessa constatação, a lei da periodicidade de Dimitri J. Mendeleev ganhou um novo enunciado: muitas propriedades físicas e químicas dos elementos químicos variam, periodicamente, na sequência de seus números atômicos. Com base nessas considerações e comparando-se as propriedades dos elementos químicos rubídio e iodo, é correto afirmar:

- A) O iodo é o elemento químico do quinto período da tabela periódica que tem maior afinidade eletrônica porque, com a adição de um elétron ao seu átomo, absorve maior energia.
- B) O rubídio e o iodo possuem propriedades semelhantes porque pertencem ao mesmo período da tabela periódica.
- C) O raio do íon  $I^-$  e o ponto de fusão do iodo são, respectivamente, maiores que o raio do  $Rb^+$  e o ponto de fusão do rubídio.
- D) O raio covalente do iodo é maior que o do elemento químico rubídio porque o átomo desse elemento químico tem maior número de camadas eletrônicas.
- E) A energia de ionização do rubídio é maior porque é mais difícil retirar um elétron do átomo de rubídio gasoso do que do iodo nas mesmas condições.

16.  
XS04

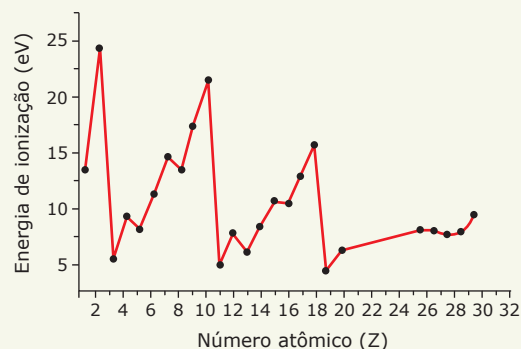
(UEFS-BA) O elemento químico índio é utilizado na dopagem de cristais, na fabricação de transistores e em soldas de baixo ponto de fusão aplicadas em chips de semicondutores, a exemplo de silício. Com base nos conhecimentos dos modelos atômicos e nas propriedades periódicas dos elementos químicos, é correto afirmar:

- A) A dopagem de semicondutores por átomos de índio é possível porque o raio covalente desse elemento químico é igual ao do átomo do elemento químico semiconductor.
- B) A configuração eletrônica dos elétrons mais externos do elemento químico índio é representada por  $5s^2 5p^1$ .
- C) A primeira energia de ionização do elemento químico índio é menor do que a do elemento químico tálio.
- D) A distribuição eletrônica por subníveis de energia do íon  $In^{3+}$  é representada por  $[Kr] 4d^7$ .
- E) O índio é o elemento químico de menor ponto de fusão do grupo periódico 13.

17.  
UR23

(FEPAR) A tabela periódica pode ser utilizada para relacionar as propriedades dos elementos com suas estruturas atômicas; essas propriedades podem ser aperiódicas e periódicas. As propriedades periódicas são aquelas que, à medida que o número atômico aumenta, assumem valores semelhantes para intervalos regulares, isto é, repetem-se periodicamente.

O gráfico a seguir mostra a variação de uma dessas propriedades: a energia de ionização do 1º elétron, em e.V., para diferentes átomos.



Com base no gráfico e em conhecimentos de Química, responda aos itens a seguir.

- A) Como se explicam os elevados valores de energia de ionização para os elementos de número atômico de 2, 10 e 18?
- B) No intervalo entre  $Z = 3$  e  $Z = 10$ , observa-se aumento da energia de ionização. Como se explica esse aumento da energia?
- C) Por que o elemento de número atômico 19 apresenta o menor potencial de ionização entre os elementos representados?
- D) Que número atômico, entre os elementos apresentados no gráfico, tem maior tendência a formar um ânion?

## SEÇÃO ENEM



01.  
HNKO

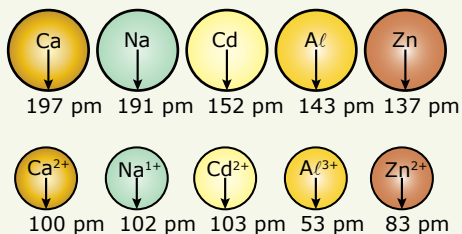
(Enem) No ar que respiramos existem os chamados "gases inertes". Trazem curiosos nomes gregos, que significam "o novo", "o oculto", "o inativo". E de fato são de tal modo inertes, tão satisfeitos em sua condição, que não interferem em nenhuma reação química, não se combinam com nenhum outro elemento e justamente por esse motivo ficaram sem ser observados durante séculos: só em 1962 um químico, depois de longos e engenhosos esforços, conseguiu forçar "o Estrangeiro" (o xenônio) a combinar-se fugazmente com o flúor ávido e vivaz, e a façanha pareceu tão extraordinária que lhe foi conferido o Prêmio Nobel.

LEVI, P. *A tabela periódica*. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1994 (Adaptação).

Qual propriedade do flúor justifica sua escolha como reagente para o processo mencionado?

- A) Densidade
- B) Condutância
- C) Eletronegatividade
- D) Estabilidade nuclear
- E) Temperatura de ebulição

- 02.** (Enem) O cádmio, presente nas baterias, pode chegar ao solo quando esses materiais são descartados de maneira irregular no meio ambiente ou quando são incinerados. Diferentemente da forma metálica, os íons  $\text{Cd}^{2+}$  são extremamente perigosos para o organismo, pois eles podem substituir os íons  $\text{Ca}^{2+}$ , ocasionando uma doença degenerativa nos ossos, tornando-os muito porosos e causando dores intensas nas articulações. Podem ainda inibir enzimas ativadas pelo cátion  $\text{Zn}^{2+}$ , que são extremamente importantes para o funcionamento dos rins. A figura mostra a variação do raio de alguns metais e seus respectivos cátions.



Raios atômicos e iônicos de alguns metais.

ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. Porto Alegre: Bookman, 2001 (Adaptação).

Com base no texto, a toxicidade do cádmio em sua forma iônica é consequência de esse elemento

- A) apresentar baixa energia de ionização, o que favorece a formação do íon e facilita sua ligação a outros compostos.
- B) possuir tendência de atuar em processos biológicos mediados por cátions metálicos com cargas que variam de +1 a +3.
- C) possuir raio e carga relativamente próximos aos de íons metálicos que atuam nos processos biológicos causando interferência nesses processos.
- D) apresentar raio iônico grande, permitindo que ele cause interferência nos processos biológicos em que, normalmente, íons menores participam.
- E) apresentar carga +2, o que permite que ele cause interferência nos processos biológicos em que, normalmente, íons com cargas menores participam.
- 03.** Onze de julho de 1967. Um helicóptero sobrevoa a região central do Pará, coberta pela densa floresta, procurando jazidas de manganês. De repente, a neblina tapa a visão. O piloto desce, aflito, na primeira clareira que aparece. [...] a vegetação estranha e rala, quase inexistente, indicava, claramente, que ali estava uma "canga", área com grande concentração de ferro perto da superfície. O ferro "estraga" o solo e impede as árvores de crescer. Imediatamente, o geólogo lembrou-se de que havia avistado, do helicóptero, outras clareiras na região. [...] tinha acabado de descobrir, nada mais nada menos do que a mais rica reserva de minério de ferro do mundo. Mais tarde, no que depois veio a ser conhecida como a Província Mineral de Carajás, foi encontrado ouro, prata, manganês, cobre, bauxita, zinco, níquel, cromo, estanho e tungstênio. Enfim, um verdadeiro Eldorado.

Disponível em: <https://super.abril.com.br/historia/o-tesouro-da-serra-de-carajas/>. Acesso em: 21 nov. 2018.

Dentre as espécies químicas citadas no texto, a que não apresenta eletronegatividade é:

- A) Ferro C) Bauxita E) Zinco  
B) Manganês D) Cobre
- 04.** O termo "água dura" foi originado em razão da dificuldade de lavagem de roupas com águas contendo elevada concentração de certos íons minerais. Esses íons são, principalmente, o  $\text{Ca}^{2+}$  e o  $\text{Mg}^{2+}$ . Eles reagem com sabões, formando precipitados, e evitam a formação de espuma. Sabendo-se que os sabões são sais orgânicos de sódio e de potássio, o fato de eles precipitarem quando combinados com os cátions de cálcio e de magnésio relaciona-se com o(a)
- A) raio atômico, que é maior nos metais alcalinoterrosos.  
B) eletronegatividade, que é maior para os elementos da família 1A.  
C) energia de ionização, que é menor nos metais alcalinoterrosos.  
D) carga dos cátions, que é menor nos metais alcalinos.  
E) densidade dos átomos, que é maior nos metais alcalinos.

## SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



### GABARITO

Meu aproveitamento

#### Aprendizagem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

01. A  03. B  05. D  07. B  
 02. C  04. D  06. C  08. D

#### Propostos

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

01. A  05. B  09. A  13. B  
 02. C  06. D  10. B  14. E  
 03. D  07. D  11. D  15. C  
 04. D  08. D  12. D  16. B  
17.  
 A) Esses elementos pertencem à família dos gases nobres e apresentam o nível de valência completo, fazendo com que a energia necessária para a retirada desses elétrons seja elevada.  
 B) Nesse intervalo, ocorre o aumento da carga nuclear, aumentando, conseqüentemente, a energia de ionização.  
 C) O elemento de  $Z = 19$  é um metal da família 1A que apresenta número atômico dentre os apresentados no gráfico. Em uma mesma família, à medida que o número atômico cresce, mais fraca será a interação núcleo-elétron e, conseqüentemente, menor será o potencial de ionização.  
 D) O elemento que possui maior tendência a formar um ânion é o de  $Z = 9$ .

#### Seção Enem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

01. C  02. C  03. C  04. D



Total dos meus acertos: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ %

## Estudo Físico dos Gases II

### HIPÓTESE DE AVOGADRO

Experimentalmente, Amedeo Avogadro verificou que:

Volumes iguais de gases diferentes, sob as mesmas condições de pressão e temperatura, contêm o mesmo número de partículas.

Com base nessa verificação, conhecida como Hipótese de Avogadro, podemos definir a grandeza volume molar:

Volume molar é o volume ocupado por 1 mol de partículas de qualquer espécie química.

Assim, para Avogadro, o volume molar para quaisquer gases, nas mesmas condições de temperatura e pressão, é sempre o mesmo.

As condições de temperatura e pressão mais utilizadas são: 1 atm ou 760 mmHg de pressão e 0 °C ou 273 K de temperatura.

A essas condições, damos o nome de condições normais de temperatura e pressão (CNTP). Nas CNTP, o volume molar vale 22,71\* litros.

### EQUAÇÃO DE CLAPEYRON

Clapeyron, analisando a Hipótese de Avogadro, deduziu uma equação que relaciona as variações de pressão, volume e temperatura, bem como a quantidade de matéria do gás em questão.

Pela equação geral dos gases, temos:

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

Para uma amostra de um mol de gás, chamaremos tal constante de "R", a constante universal dos gases.

$$\frac{p \cdot V}{T} = R$$

Para calcularmos o valor numérico de "R", tomemos as CNTP, em que 1 mol de um gás qualquer ocupa o volume de 22,71 L, a 273 K e 1,0 · 10<sup>5</sup> Pa (0,987 atm).

$$R = \frac{p \cdot V}{T} \Rightarrow R = \frac{0,987 \text{ atm} \cdot 22,71 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}{273 \text{ K}}$$

$$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Sendo assim, para cada mol de gás, temos:

$$\frac{p \cdot V}{T} = R$$

ou

$$p \cdot V = R \cdot T$$

Variando-se a quantidade de matéria do sistema gasoso, varia-se o valor da constante, assim:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Em que:

p ⇒ pressão

V ⇒ volume

n ⇒ quantidade de matéria

$$n = \frac{\text{massa (g)}}{\text{massa molar (g} \cdot \text{mol}^{-1}\text{)}}$$

R ⇒ constante universal dos gases

T ⇒ temperatura termodinâmica (K)

#### OBSERVAÇÕES

- Quando a pressão for dada em mmHg, o valor de R é  
R = 62,3 mmHg.L.K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>
- Quando a pressão for dada em Pa, o valor de R é  
R = 8,3 Pa.m<sup>3</sup>.K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>

O valor de R só se altera quando mudamos de unidades (sistema de medidas).

### DENSIDADE GASOSA

Densidade é a relação existente entre a massa e o volume ocupado por ela.

$$d = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$$

Geralmente, as densidades gasosas são expressas em g.L<sup>-1</sup>.

A densidade de um gás pode ser calculada levando-se em consideração o volume molar e a massa molar do gás.

$$d = \frac{\text{massa molar}}{\text{volume molar}}$$

\* 1 atm de pressão equivale a 1,013 · 10<sup>5</sup> Pa. Na realidade, o novo valor de pressão nas CNTP não é 1,013 · 10<sup>5</sup> Pa, mas sim 1,0 · 10<sup>5</sup> Pa. Com isso, o volume molar, que com o valor anterior de pressão era 22,4 L, passou a ser 22,71 litros.

Se o sistema se encontra nas CNTP, temos:

$$d = \frac{\text{massa molar}}{22,71 \text{ L}}$$

Entretanto, não dispondo do valor do volume molar, podemos calcular a densidade por meio da equação de Clapeyron:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

$$p \cdot M = \frac{m}{V} \cdot R \cdot T$$

$$p \cdot M = d \cdot R \cdot T$$

$$d = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}$$

**OBSERVAÇÕES**

1. Um balão de festa não sobe se for enchido pelo sopro, pois o principal gás liberado no sopro é o CO<sub>2</sub>, que é mais denso que o ar.
2. Os balões de festa que sobem contêm em seu interior um gás menos denso que o ar, normalmente hélio (He).
3. Ao aumentarmos a temperatura de um sistema gasoso, a densidade de um gás diminui. É por isso que o congelador de uma geladeira deve ser instalado na região superior da geladeira, pois o ar frio é mais denso que o ar quente e tende a descer. Pelo mesmo motivo, os aparelhos de ar-condicionado devem ser instalados, pelo menos, a 1,75 m acima do nível do chão.
4. Os balões de competição e os de São João sobem devido a uma fonte de calor que aquece o ar de seu interior e os torna menos densos que o ar externo.

## MISTURAS GASOSAS



As misturas gasosas são sempre homogêneas, pois os gases são miscíveis entre si em qualquer proporção. No nosso estudo, só serão válidos os sistemas em que os gases componentes não reajam entre si.

### Pressão parcial

É a pressão exercida por um componente *i* da mistura gasosa quando ele está ocupando todo o volume que antes continha a mistura.

$$p_i = \frac{n_i \cdot R \cdot T}{V}$$

*p<sub>i</sub>* = pressão parcial do componente *i*

*n<sub>i</sub>* = quantidade de matéria do componente *i*

### Lei de Dalton das pressões parciais

“A pressão total exercida por uma mistura gasosa é igual à soma das pressões parciais de todos os componentes.”

$$p_T = p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n$$

### Volume parcial

É o volume ocupado por um componente *i* da mistura gasosa quando, sobre ele, se exerce a pressão total da mistura.

$$V_i = \frac{n_i \cdot R \cdot T}{p}$$

*V<sub>i</sub>* = volume parcial do componente *i*

*n<sub>i</sub>* = quantidade de matéria do componente *i*

### Lei de Amagat dos volumes parciais

“O volume total de uma mistura é igual à soma dos volumes parciais de todos os seus componentes”.

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

### Fração molar

Para um componente *i* de uma mistura qualquer, a fração molar *x<sub>i</sub>* é definida como a razão entre a quantidade de matéria desse componente (*n<sub>i</sub>*) e a quantidade de matéria total da mistura (*n<sub>T</sub>* = *n<sub>1</sub>* + *n<sub>2</sub>* + *n<sub>3</sub>* + ... + *n<sub>n</sub>*).

$$x_i = \frac{n_i}{n_T}$$

A soma das frações molares de todos os componentes da mistura é igual a 1.

$$x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n = 1$$

**OBSERVAÇÕES**

1. A relação entre a fração molar (*x*) de um componente da mistura gasosa, a pressão parcial desse componente e a pressão total da mistura é dada por

$$p_i = x_i \cdot p_T$$

2. A relação entre a fração molar (*x*) de um componente da mistura gasosa, o volume parcial desse componente e o volume total da mistura é dada por

$$V_i = x_i \cdot V_T$$

## UMIDADE DO AR



### Ar saturado de água

O ar atmosférico, a uma determinada temperatura, contém determinada quantidade de vapor de água. Quando aumentamos a quantidade de água no ar e atingimos a quantidade máxima de vapor de água que o ar consegue dissolver, sem que haja a formação de líquido, saturamos o ar de água.

O ar atmosférico está saturado quando 4,18% do ar é formado por água a 30 °C. Quando a fração molar percentual de água no ar for superior a 4,18% e ocorrer a formação de líquido (neblina, nuvens, orvalho) dizemos, então, que ultrapassamos o ponto de saturação do ar.



## Umidade absoluta do ar

É a quantidade de vapor de água existente em um determinado volume de ar a uma dada temperatura.

**Exemplo:** 10,34 g de  $H_2O/m^3$  de ar a 20 °C.

## Umidade Relativa (UR)

É a razão entre a pressão parcial de vapor de água no ar e a pressão máxima de vapor a uma determinada temperatura; em outras palavras, é a razão entre a quantidade de vapor de água dissolvido no ar e a quantidade máxima de vapor que o ar consegue dissolver, a uma determinada temperatura.

Caso o ar atmosférico, ao nível do mar e a 20 °C, apresente 1,38% de vapor de água, a pressão parcial de vapor de água no ar é igual a:

$$\begin{aligned} 760 \text{ mmHg} & \text{ — } 100\% \\ x \text{ mmHg} & \text{ — } 1,38\% \\ x & = 10,488 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

A essa temperatura, a pressão de vapor de água é igual a 17,5 mmHg. Portanto, a umidade relativa (UR) do ar é igual a:

$$UR = \frac{10,488 \text{ mmHg}}{17,5 \text{ mmHg}} \cdot 100$$

$$UR = 0,5993 \text{ ou } 59,93\%$$

O aumento da temperatura diminui a umidade relativa do ar, o que o torna mais seco.

Quando a umidade relativa do ar é muito elevada, a vaporização do suor é dificultada, prejudicando o controle natural da temperatura corporal.

## DIFUSÃO E EFUSÃO GASOSAS



Difusão é o movimento espontâneo de dispersão das partículas de um gás em outro meio (por exemplo, no ar) de modo a formar uma mistura homogênea.

É por meio da difusão que somos capazes de perceber o cheiro de um gás, de um perfume, de um peixe em decomposição, etc.

Efusão pode ser considerada a passagem de um gás através de uma parede porosa ou pequeno orifício, fenômeno semelhante ao deslocamento de solvente na osmose.

Efusão é a passagem de um gás através de um pequeno orifício de um recipiente para o meio ambiente (meio de pressão mais baixa).

Ao estudar esses dois fenômenos, Graham formulou a seguinte lei:

A velocidade de difusão gasosa e a velocidade de efusão gasosa são inversamente proporcionais à raiz quadrada da densidade do gás em questão.

Matematicamente,

$$v \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$$

Para transformar uma proporcionalidade em uma igualdade, utilizamos uma constante de proporcionalidade K.

$$v = K \cdot \frac{1}{\sqrt{d}}$$

Tendo dois gases, A e B, que se difundem um no outro,

$$\text{temos: } v_A = k \cdot \frac{1}{\sqrt{d_A}} \text{ e } v_B = k \cdot \frac{1}{\sqrt{d_B}}$$

A relação  $v_A/v_B$  é  $\frac{v_A}{v_B} = \frac{k \cdot \frac{1}{\sqrt{d_A}}}{k \cdot \frac{1}{\sqrt{d_B}}}$ , e como  $d = \frac{PM}{RT}$  para as

mesmas condições de pressão e temperatura,

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{\sqrt{\frac{PM_B}{RT}}}{\sqrt{\frac{PM_A}{RT}}} \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$$

O gás de menor massa molar possui maior velocidade de difusão e de efusão gasosas.

A Lei de Graham nos permite concluir que os gases menos densos e, conseqüentemente, de menores massas molares escapam mais rapidamente por pequenos orifícios ou através de materiais porosos.

Para temperaturas diferentes, as energias cinéticas médias dos gases em questão serão diferentes, porém diretamente proporcionais à temperatura na escala Kelvin.

$$E_A = KT_A$$

$$E_B = KT_B$$

Dividindo-se as expressões, temos:

$$\frac{E_A}{E_B} = \frac{KT_A}{KT_B} \Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{T_A}{T_B}$$

$$\text{Como } E_A = \frac{1}{2} m_A v_A^2 \text{ e } E_B = \frac{1}{2} m_B v_B^2$$

Logo:

$$\frac{\frac{1}{2} m_A v_A^2}{\frac{1}{2} m_B v_B^2} = \frac{T_A}{T_B}$$

$$\left(\frac{v_A}{v_B}\right)^2 = \frac{m_B T_A}{m_A T_B}$$

$$\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{m_B T_A}{m_A T_B}}$$

As velocidades de efusão e de difusão são diretamente proporcionais à raiz quadrada das temperaturas Kelvin dos gases e inversamente proporcionais à raiz quadrada de suas massas. Porém, se as massas forem iguais ( $m_A = m_B$ ), teremos:

$$\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{T_A}{T_B}}$$





A umidade relativa (UR) é um termo utilizado com frequência pelos meteorologistas para indicar a quantidade de vapor de água presente no ar atmosférico. Em uma mesma temperatura, a UR pode ser obtida pela razão entre a pressão parcial de vapor de água presente no ar e a pressão máxima de vapor de água. Assim, um local onde a temperatura encontra-se a 20 °C e a pressão parcial de vapor de água é igual a 10,5 mm Hg terá uma UR, em termos percentuais, de:

- A) 50                      C) 75                      E) 95  
B) 60                      D) 80

- 07.** (UFVJM-MG-2019) Denomina-se difusão gasosa o espalhamento de um gás em outro meio gasoso. Graham, ao estudar esse fenômeno, concluiu que, nas mesmas condições, as velocidades ( $v$ ) de difusão de dois gases são inversamente proporcionais às raízes quadradas de suas densidades absolutas ( $d$ ) ou massas molares ( $M$ ), ou seja:

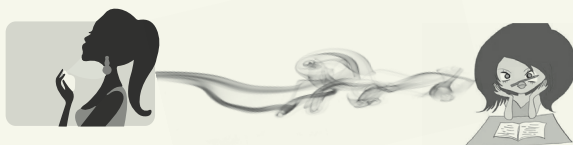
$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} \quad \text{ou} \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

Em um laboratório, um observador estava à mesma distância de dois frascos idênticos: o primeiro continha metano ( $\text{CH}_4$ ) enquanto o segundo continha metilamina ( $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ), ambos com cheiros característicos.

Quando os frascos forem quebrados no mesmo momento o observador sentirá primeiro o cheiro de

- A) metilamina, por causa da sua maior massa molar.  
B) metano, em razão do caráter polar dessa espécie.  
C) metano, por causa da sua maior velocidade de difusão.  
D) metilamina, em razão das ligações de hidrogênio intermoleculares.

- 08.** (Unimontes-MG) Em geral, as moléculas de um gás movimentam-se em grande velocidade no ambiente. Quando um frasco de perfume é aberto, percebe-se logo o odor da essência no ar. Essa percepção depende da composição e difusão do gás emitido pelo perfume.



Considere que, quando Paula utiliza diferentes perfumes, Maria, que está na outra extremidade da sala, perceberá, em tempos diferentes e alguns segundos depois, o odor do perfume. Assim, é correto afirmar que

- A) a percepção ocorre porque o gás com maior densidade difunde-se mais rapidamente.  
B) a percepção dos odores demora porque ocorrem colisões aleatórias entre o ar e o gás emitido.  
C) o perfume contendo gases com menor massa molar terá menor velocidade de difusão.  
D) a ordem em que Maria sentirá os odores é igual à ordem decrescente da massa molar dos gases emitidos.

## EXERCÍCIOS PROPOSTOS

- 01.** (UFRGS-RS) Em elevadas altitudes na atmosfera, a pressão pode chegar a valores tão baixos quanto  $8,2 \cdot 10^{-7}$  atm. Supondo que o ar comporte-se como um gás ideal e que a temperatura seja de 27 °C, qual é o número de moléculas de ar que se espera encontrar em um volume de 1 litro no ar atmosférico, nessa altitude?
- A)  $3,3 \cdot 10^8$                       C)  $2,0 \cdot 10^{16}$                       E)  $8,2 \cdot 10^{22}$   
B)  $4,0 \cdot 10^{12}$                       D)  $6,0 \cdot 10^{20}$

- 02.** (Mackenzie-SP) Considerando dois gases com comportamento ideal,  $\text{CH}_4$  e  $\text{C}_2\text{H}_6$ , contidos em compartimentos separados e fechados, ambos com volumes iguais a 10 L, sob mesmas condições de temperatura e pressão, de acordo com a hipótese de Avogadro, pode-se afirmar que ambos os gases
- A) contêm a mesma quantidade de moléculas.  
B) possuem a mesma massa.  
C) possuem a mesma massa molar.  
D) contêm, respectivamente, 2 e 5 mol.  
E) possuem iguais velocidades de difusão.

- 03.** (UEG-GO-2022) Você e seus amigos decidem fazer um passeio de balão de ar quente, que terá duração de vários dias. Para o passeio, você resolveu levar alguns pacotes de batatas chips. Dentro dos pacotes dessas batatas é colocado gás nitrogênio ( $\text{N}_2$ ), que tem a função de preencher o espaço vazio de cada pacote e manter toda a crocância e sabor do alimento, além de desacelerar a atividade microbológica. A atmosfera interna de um pacote de batatas chips contém 0,600 g de gás nitrogênio, no início da viagem. Como você deseja ser um cientista, resolve fazer algumas medidas das grandezas envolvidas. Antes de o balão de ar quente levantar voo, o nitrogênio ocupa um volume de 591 mL, sob pressão de 0,900 atm e temperatura de 30 °C. Quando o balão sobe, o nitrogênio, dentro dos pacotes se expande e o pacote infla. Ansioso para explicar esse fenômeno, você faz outras medições e observa que a pressão caiu para 0,700 atm e a temperatura para 7 °C. Com base nessas informações, nos dados ( $R = 0,0820 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ;  $T$  para 0 °C  $\Rightarrow$  273 K;  $N = 14 \text{ u}$ ), e admitindo-se que a embalagem não oponha resistência à expansão, é possível inferir que o volume do gás nitrogênio, dentro do pacote expandiu para aproximadamente:

- A) 650 mL                      C) 595 mL                      E) 696 mL  
B) 678 mL                      D) 703 mL

- 04.** (UFJF-MG-2019) O mergulho em cavernas é uma atividade de alto risco. No gerenciamento do gás em mergulho em cavernas, utiliza-se a regra do 1/3: divide-se a quantidade de gás contido no cilindro de mergulho por 3, dos quais 1/3 do gás será consumido no caminho de ida, 1/3 é usado no caminho de volta (para sair da caverna) e o 1/3 restante fica como segurança, para ser usado em cenários de emergência. Considere um mergulhador que entre em uma caverna possuindo 240 atmosferas de gás em um cilindro de capacidade igual a 0,006 m<sup>3</sup>.

Após consumir um terço do gás, inicia imediatamente o regresso. Suponha que o consumo de gás pelo mergulhador seja constante durante todo o trajeto e que a temperatura no interior da caverna seja de 20 °C. O número de mols de gás que restará no cilindro ao sair da caverna será (**Dado:**  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}/\text{K}\cdot\text{mol}$ )

- A) 0,02 mol.                      C) 20 mols.                      E) 292 mols.  
B) 0,30 mol.                      D) 30 mols.

**05.** (UPE–2019) Um protótipo de *airbag* tem volume de 20 litros e deverá ser preenchido com nitrogênio gasoso, a uma pressão de 1,5 atm e 27 °C. Quantos gramas de azida de sódio ( $\text{NaN}_3$ ) devem ser decompostos, sabendo que essa reação forma sódio metálico e gás nitrogênio?

**Dados:**  $N = 14 \text{ g/mol}$  e  $\text{Na} = 23 \text{ g/mol}$ ;  $R = 0,082 \text{ g}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

- A) 130,0 g                      C) 52,8 g                      E) 37,0 g  
B) 75,0 g                      D) 26,4 g

**06.** (UFJF–MG) A lei dos gases ideais pode ser utilizada para determinar a massa molar de uma substância. Sabendo-se que a densidade ( $d$ ) do enxofre na forma gasosa, na temperatura de 500 °C e pressão de 0,888 atm, é  $3,710 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ , é correto dizer que a fórmula da molécula de enxofre nessas condições é

**Dados:**  $R = 0,082 \text{ L}\cdot\text{atm}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ ; massa molar do S =  $32 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

- A)  $\text{S}_2$ .    D)  $\text{S}_8$ .  
B)  $\text{S}_4$ .    E)  $\text{S}_9$ .  
C)  $\text{S}_6$ .

**07.** (UCS–RS–2022) O halotano ( $\text{C}_2\text{HBrClF}_3$ ) é um gás não inflamável, não explosivo e não irritante, e que tem sido utilizado como anestésico de inalação para a indução e manutenção da anestesia geral. Se a pressão total de uma mistura de 9,87 g de vapor de halotano e 6,4 g de gás oxigênio é de 855 mmHg, pode-se concluir que a pressão parcial de  $\text{O}_2$ , em mmHg, é de

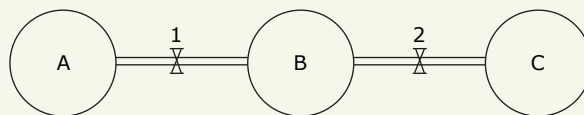
- A) 336.    C) 542.    E) 775  
B) 461.    D) 684.

**08.** (FAAP–SP) Num recipiente fechado, de volume igual a 15 L, está contida uma mistura constituída por 20% molar de  $\text{CH}_4$  e 80% molar de  $\text{C}_2\text{H}_6$ , à temperatura de 27 °C e pressão de 1,64 atm. Calcule as massas dos componentes da mistura, bem como suas respectivas pressões parciais (massas atômicas:  $\text{H} = 1 \text{ u}$ ;  $\text{C} = 12 \text{ u}$ ).

**09.** (Mackenzie–SP) Três recipientes indeformáveis A, B e C, todos com volumes iguais, contêm, respectivamente, três diferentes gases de comportamento ideal, conforme a descrição contida na tabela seguinte.

Recipiente	Gás armazenado	Temperatura	Pressão
A	Hélio ( $\text{He}$ )	400 K	3 atm
B	Nitrogênio ( $\text{N}_2$ )	600 K	4,5 atm
C	Oxigênio ( $\text{O}_2$ )	200 K	1 atm

Os balões são interligados entre si por conexões de volumes desprezíveis, que se encontram fechadas pelas válvulas 1 e 2. O sistema completo encontra-se ilustrado na figura a seguir.



Ao serem abertas as válvulas 1 e 2, a mistura gasosa formada teve sua temperatura estabilizada em 300 K. Desse modo, a pressão interna final do sistema é igual a

- A) 1,5 atm.                      C) 2,5 atm.                      E) 3,5 atm.  
B) 2,0 atm.                      D) 3,0 atm.

**10.** (UEFS–BA) A aplicação da Lei do Gás Ideal permite deduzir expressões para o cálculo de grandezas referentes a misturas gasosas, a exemplo da constituída por 24 g de hidrogênio,  $\text{H}_{2(g)}$ , e 64 g de metano,  $\text{CH}_{4(g)}$ , que exerce pressão de 4 atm em um recipiente de 100 L. Essas informações possibilitam o cálculo de determinadas grandezas utilizadas no estudo dos sistemas gasosos ideais e permitem corretamente afirmar:

- A) A fração em mol de metano é igual a 4.  
B) O volume parcial do hidrogênio na mistura gasosa é igual a 25 L.  
C) A porcentagem em volume de metano na mistura é igual a 75%.  
D) A pressão parcial do hidrogênio é três vezes menor que a de metano na mistura.  
E) A densidade do metano, a 27 °C e à pressão de 1 atm, é, aproximadamente,  $0,650 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ .

**11.** (PUC–SP) Os mergulhadores conhecem os riscos do nitrogênio sob alta pressão, que pode causar narcose e a doença descompressiva. Para mergulhos profundos, em geral, são utilizadas misturas de hélio ( $\text{He}$ ) e oxigênio ( $\text{O}_2$ ), consideradas mais seguras. Considere um cilindro contendo 64 g de  $\text{He}$  e 32 g de  $\text{O}_2$ . Os pulmões de um mergulhador que está sob pressão de 5,1 atm apresentarão pressão parcial de  $\text{O}_2$  de, aproximadamente,

- A) 0,3 atm.                      C) 1,7 atm.                      E) 5,1 atm.  
B) 1,0 atm.                      D) 2,5 atm.

**12.** (UFG–GO) Um cilindro contendo 64 g de  $\text{O}_2$  e 84 g de  $\text{N}_2$  encontra-se em um ambiente refrigerado a  $-23 \text{ °C}$ . O manômetro conectado a esse cilindro indica uma pressão interna de 4 atm. Além disso, o manômetro também indica um alerta de que as paredes do cilindro suportam, no máximo, 4,5 atm de pressão. Devido a uma falha elétrica, a refrigeração é desligada e a temperatura do ambiente, em que o cilindro se encontra, se eleva a 25 °C.

**Dado:**  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

- A) Calcule o volume do cilindro e a pressão parcial de cada gás nas condições iniciais em que o cilindro se encontrava.  
B) Demonstre, por meio de cálculos, se as paredes do cilindro vão resistir à nova pressão interna, a 25 °C, após a falha elétrica.

13.  
TL4D

(Mackenzie-SP) Uma mistura gasosa ideal não reagente, formada por 10 g de gás hidrogênio, 10 g de gás hélio e 70 g de gás nitrogênio, encontra-se acondicionada em um balão de volume igual a 5 L, sob temperatura de 27 °C. A respeito dessa mistura gasosa, é correto afirmar que

**Dados:** Massas molares ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )  $\text{H} = 1$ ,  $\text{He} = 4$  e  $\text{N} = 14$ ; Constante universal dos gases ideais ( $R$ ) =  $0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ .

- A) há, na mistura, 10 mol de gás hidrogênio, 2,5 mol de gás hélio e 5 mol de gás nitrogênio.
- B) o gás nitrogênio exerce a maior pressão parcial dentre os gases existentes na mistura.
- C) a pressão total exercida pela mistura gasosa é de 20 atm.
- D) a fração em mols do gás hélio é de 25%.
- E) o volume parcial do gás hidrogênio é de 2 L.

14.

(Unit-SE-2019) O gás dióxido de carbono,  $\text{CO}_2$ , de um extintor de incêndio é mais denso que o ar. Dióxido de carbono resfria significativamente à medida que ele sai do extintor. O vapor d'água no ar é condensado pelo dióxido de carbono frio e forma uma nuvem branca.

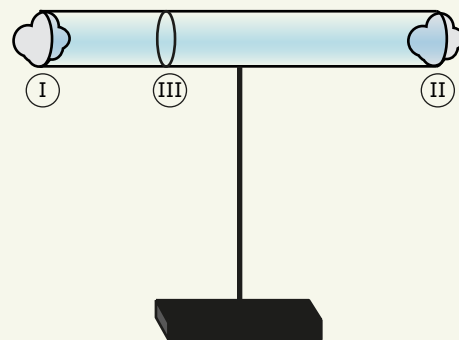
Sobre o extintor de dióxido de carbono, é correto afirmar:

- A) A energia cinética do dióxido de carbono dentro do cilindro deve ser maior que a energia cinética do ar atmosférico, caso os gases estejam na condição de idealidade.
- B) A pressão exercida pelo ar atmosférico sobre o extintor é maior que a pressão exercida pelo dióxido de carbono, dentro do referido extintor. É por causa disso que o dióxido de carbono tende a sair do recipiente quando se abre a válvula.
- C) Se a composição do ar atmosférico for prioritariamente 75% de  $\text{N}_2$  e 25% de  $\text{O}_2$ , então, na condição de idealidade,  $\text{CO}_2$  é mais denso que o ar atmosférico e tende a se concentrar nas regiões mais baixas, um dos fatores que auxilia na extinção do fogo.
- D) Se o cilindro for aquecido de modo que sua resistência à temperatura não seja mais desprezada, então será mais difícil o dióxido de carbono sair do cilindro.
- E) A energia cinética das moléculas de água, presente no ar, não é alterada quando em contato com o dióxido de carbono que sai do extintor de incêndio.

15.  
HZPY

(UPE) Dois chumaços de algodão, I e II, embebidos com soluções de ácido clorídrico,  $\text{HCl}$ , e amônia,  $\text{NH}_3$ , respectivamente, são colocados nas extremidades de um tubo de vidro mantido fixo na horizontal por um suporte, conforme representação a seguir. Após certo tempo, um anel branco, III, forma-se próximo ao chumaço de algodão I.

**Dados:** Massas molares,  $\text{H} = 1 \text{ g/mol}$ ;  $\text{Cl} = 35,5 \text{ g/mol}$ ;  $\text{N} = 14 \text{ g/mol}$ .



Baseando-se nessas informações e no esquema experimental, analise as seguintes afirmações:

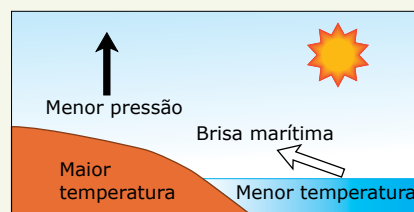
- I. O anel branco forma-se mais próximo do  $\text{HCl}$ , porque este é um ácido forte, e  $\text{NH}_3$  é uma base fraca.
- II. O anel branco formado é o  $\text{NH}_4\text{Cl}$  sólido, resultado da reação química entre  $\text{HCl}$  e  $\text{NH}_3$  gasosos.
- III. O  $\text{HCl}$  é um gás mais leve que  $\text{NH}_3$ , logo se movimenta mais lentamente, por isso o anel branco está mais próximo do ácido clorídrico.

Está correto o que se afirma em

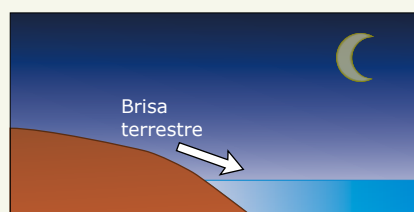
- A) II.
- B) III.
- C) I e II.
- D) I e III.
- E) II e III.

## SEÇÃO ENEM

01. (Enem) Numa área de praia, a brisa marítima é uma consequência da diferença no tempo de aquecimento do solo e da água, apesar de ambos estarem submetidos às mesmas condições de irradiação solar. No local (solo) que se aquece mais rapidamente, o ar fica mais quente e sobe, deixando uma área de baixa pressão, provocando o deslocamento do ar da superfície que está mais fria (mar).



À noite, ocorre um processo inverso ao que se verifica durante o dia.



Como a água leva mais tempo para esquentar (de dia), mas também leva mais tempo para esfriar (à noite), o fenômeno noturno (brisa terrestre) pode ser explicado da seguinte maneira:

- A) O ar que está sobre a água se aquece mais; ao subir, deixa uma área de baixa pressão, causando um deslocamento de ar do continente para o mar.
- B) O ar mais quente desce e se desloca do continente para a água, a qual não conseguiu reter calor durante o dia.
- C) O ar que está sobre o mar se esfria e dissolve-se na água; forma-se, assim, um centro de baixa pressão, que atrai o ar quente do continente.
- D) O ar que está sobre a água se esfria, criando um centro de alta pressão que atrai massas de ar continental.
- E) O ar sobre o solo, mais quente, é deslocado para o mar, equilibrando a baixa temperatura do ar que está sobre o mar.

- 02.** (Enem) A adaptação dos integrantes da seleção brasileira de futebol à altitude de La Paz foi muito comentada em 1995, por ocasião de um torneio, como pode ser lido no texto a seguir.

A seleção brasileira embarca hoje para La Paz, capital da Bolívia, situada a 3 700 metros de altitude, onde disputará o torneio Interamérica. A adaptação deverá ocorrer em um prazo de 10 dias, aproximadamente. O organismo humano, em altitudes elevadas, necessita desse tempo para se adaptar, evitando-se, assim, risco de um colapso circulatório.

PLACAR. fev. 1995 (Adaptação).

A adaptação da equipe foi necessária principalmente porque a atmosfera de La Paz, quando comparada à das cidades brasileiras, apresenta

- A) menor pressão e menor concentração de oxigênio.
- B) maior pressão e maior quantidade de oxigênio.
- C) maior pressão e maior concentração de gás carbônico.
- D) menor pressão e maior temperatura.
- E) maior pressão e menor temperatura.

- 03.** (Enem) A construção de grandes projetos hidroelétricos também deve ser analisada do ponto de vista do regime das águas e de seu ciclo na região. Em relação ao ciclo da água, pode-se argumentar que a construção de grandes represas

- A) não causa impactos na região, uma vez que a quantidade total de água da Terra permanece constante.
- B) não causa impactos na região, uma vez que a água que alimenta a represa prossegue depois rio abaixo com a mesma vazão e velocidade.
- C) aumenta a velocidade dos rios, acelerando o ciclo da água na região.
- D) aumenta a evaporação na região da represa, acompanhada também por um aumento local da umidade relativa do ar.
- E) diminui a quantidade de água disponível para a realização do ciclo da água.

## SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



### GABARITO

Meu aproveitamento

#### Aprendizagem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. B
- 02. A
- 03. E
- 04. B
- 05. D
- 06. B
- 07. C
- 08. B

#### Propostos

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. C
- 02. A
- 03. D
- 04. C
- 05. C
- 06. D
- 07. D
- 08.  $m(\text{CH}_4) = 3,2 \text{ g}$ ;  $p_{\text{CH}_4} = 0,328 \text{ atm}$   
 $m(\text{C}_2\text{H}_6) = 24 \text{ g}$ ;  $p_{\text{C}_2\text{H}_6} = 1,312 \text{ atm}$
- 09. B
- 10. E
- 11. A
- 12.
  - A) Volume do cilindro: 25,63 L.  
Pressão parcial de  $\text{N}_2$ : 2,4 atm.  
Pressão parcial de  $\text{O}_2$ : 1,6 atm.
  - B) O volume total do cilindro pode ser calculado pela expressão:  $PV = n_{\text{total}}RT$ .  
Nesse caso,  $n_{\text{total}} = 3 + 2 = 5 \text{ mol}$ .  
Logo, tem-se que  $V = 25,63 \text{ L}$ .  
Após a falha elétrica, a temperatura se elevou de  $-23 \text{ }^\circ\text{C}$  para  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ .  
Portanto, a nova pressão será igual a:  
 $P = (5 \cdot 0,082 \cdot 298)/25,63 = 4,77 \text{ atm}$   
Dessa maneira, as paredes do cilindro não suportarão a nova pressão.
- 13. D
- 14. C
- 15. A

#### Seção Enem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. A
- 02. A
- 03. D



Total dos meus acertos: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ %

## Álcoois, Fenóis e Éteres

Álcoois, fenóis e éteres podem ser considerados, sob o ponto de vista teórico, como derivados da água. Isso quer dizer que eles são estruturalmente semelhantes a ela, mas não podem ser necessariamente obtidos a partir dela. Para formar um álcool, podemos trocar um hidrogênio da molécula de água por um radical em que a valência livre esteja em um carbono  $sp^3$ . Para obtermos um fenol, substituímos, também, um hidrogênio da água, porém, por radical aromático. No caso de um éter, os dois hidrogênios dessa molécula devem ser substituídos por radicais orgânicos alifáticos e / ou aromáticos.

### ÁLCOOIS

Compostos que possuem como grupo funcional a hidroxila ( $-OH$ ) ligada diretamente a um carbono saturado. Os álcoois podem ser considerados compostos derivados dos hidrocarbonetos pela substituição de um ou mais hidrogênios por grupamentos hidroxila.

### Classificação dos álcoois

Os álcoois podem ser classificados:

#### A) Quanto ao número de hidroxilas

- Monoálcool: Possui apenas um grupamento hidroxila em sua cadeia carbônica.
- Diálcool (glicol): Possui dois grupamentos hidroxila em sua cadeia carbônica.
- Triálcool: Possui três grupamentos hidroxila em sua cadeia carbônica.
- Poliálcool: Possui mais de três grupamentos hidroxila em sua cadeia carbônica.

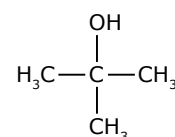
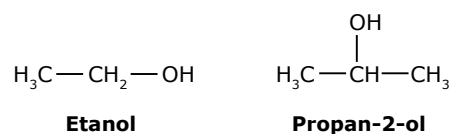
#### B) Quanto ao tipo de carbono a que a hidroxila se encontra ligada

- Primários: A hidroxila está ligada a um carbono primário.
- Secundários: A hidroxila está ligada a um carbono secundário.
- Terciários: A hidroxila está ligada a um carbono terciário.

### Nomenclatura IUPAC

A nomenclatura de um álcool é formada substituindo-se a terminação **-o** do hidrocarboneto de origem por **-ol**.

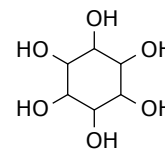
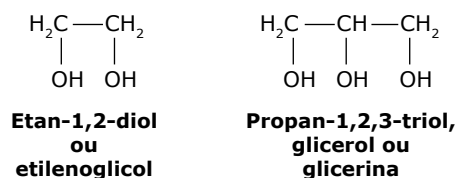
#### Exemplos:



Metilpropan-2-ol ou isobutanol

Nos poliálcoois, utilizamos os prefixos **di-**, **tri-**, **tetra-**, **penta-** e seus derivados antes do sufixo **-ol**.

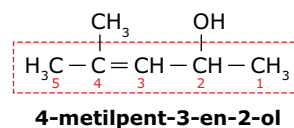
#### Exemplos:



Cicloexan-1,2,3,4,5,6-hexol

A hidroxila, como qualquer grupo funcional, tem prioridade sobre insaturações e sobre grupos orgânicos no que se refere à numeração da cadeia principal.

#### Exemplo:

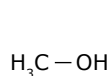




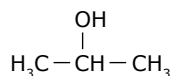
## Nomenclatura usual

A nomenclatura usual para monoálcoois se inicia com a palavra **álcool** seguida do nome do radical ligado à hidroxila com a terminação **-ico**.

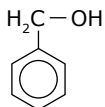
### Exemplos:



**Álcool metílico**



**Álcool isopropílico**



**Álcool benzílico**

## Propriedades físicas e químicas dos álcoois

O grupo hidroxila é bastante polar e as moléculas dos álcoois são capazes de realizar ligações de hidrogênio. Por esse motivo, os álcoois possuem pontos de fusão e de ebulição muito maiores que os dos hidrocarbonetos homólogos. Os álcoois de cadeia carbônica curta apresentam solubilidade expressiva em água.

Os compostos pertencentes à função álcool são ácidos de Brønsted-Lowry tão fracos que não manifestam tal acidez em soluções aquosas na maioria das vezes. Outras propriedades químicas dos álcoois serão discutidas posteriormente.

## Aplicações dos álcoois

A importância industrial dos álcoois é bastante vasta quando comparada com a dos demais compostos oxigenados. Os álcoois são utilizados como matéria-prima para obtenção de outros compostos, como fármacos e ésteres, solventes (de tintas e vernizes, etc.), em perfumaria, em bebidas alcoólicas, como combustíveis, em produtos de limpeza, como aditivos em alimentos, etc.

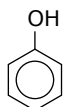
## FENÓIS

Compostos que possuem como grupo funcional a hidroxila ( $-\text{OH}$ ) ligada diretamente a um carbono de um anel aromático. Os fenóis podem ser considerados compostos derivados dos hidrocarbonetos aromáticos pela substituição de um ou mais hidrogênios por grupamentos hidroxila.

O caráter ácido dos fenóis é menos acentuado do que o dos ácidos carboxílicos, porém, maior que o dos álcoois.

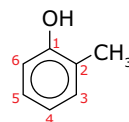
## Nomenclatura usual e IUPAC

O fenol mais simples é o hidroxibenzeno, que pode ser chamado, simplesmente, de fenol.

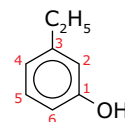


**Hidroxibenzeno ou fenol**

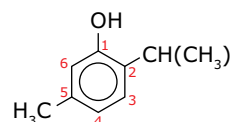
Muitos outros fenóis podem ser nomeados usando-se a palavra **fenol** como nome base, precedido pelos nomes dos substituintes.



**2-metilfenol, o-metilfenol ou o-cresol**

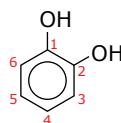


**3-etilfenol ou m-etilfenol**

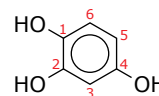


**2-isopropil-5-metilfenol ou timol**

No caso de polifenóis, podemos utilizar um sistema de nomenclatura muito semelhante ao dos álcoois, ou então o prefixo **hidróxi-**.



**Benzeno-1,2-diol, o-di-hidroxibenzeno ou catecol**

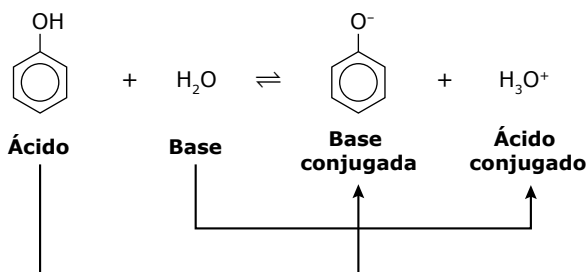


**Benzeno-1,2,4-triol ou 1,2,4-tri-hidroxibenzeno**

## Propriedades físicas e químicas dos fenóis

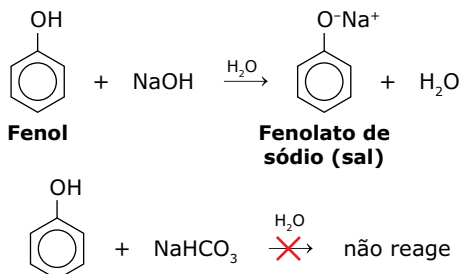
Os fenóis apresentam propriedades físicas comuns, como ponto de fusão, ponto de ebulição, densidade e solubilidade, parecidas com as de álcoois correspondentes. Por exemplo, o fenol comum é pouco solúvel em água, como seria de se esperar também para um monoálcool com seis carbonos.

Os fenóis são ácidos de Brønsted-Lowry e se ionizam em solução aquosa, originando soluções ligeiramente ácidas, já que são ácidos fracos.





Um fenol é capaz de reagir com bases inorgânicas fortes, como o NaOH, originando sal e água. No entanto, os fenóis não reagem com solução de bicarbonato de sódio, como fazem outros ácidos.



## Aplicações dos fenóis

Os fenóis são compostos que possuem uma gama enorme de aplicações. Entre as mais importantes, podemos citar a fabricação de resinas, de corantes e de explosivos. Devido à propriedade de coagularem as proteínas das bactérias, são utilizados, também, como antissépticos (poderosos bactericidas).

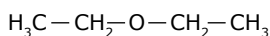
## ÉTERES

São compostos que possuem o oxigênio ligado a dois carbonos da cadeia (—O—; oxi) como grupamento funcional. Os éteres podem ser considerados compostos derivados dos hidrocarbonetos pela substituição de um ou mais átomos de hidrogênio por radicais do tipo —OR ou —OAr (R = radical alifático e Ar = radical benzênico).

## Nomenclatura IUPAC

A nomenclatura de um éter se inicia a partir do nome do radical (cadeia de menor número de carbonos) com a terminação **oxi**, adicionando-se o nome do hidrocarboneto de origem (cadeia de maior número de carbonos).

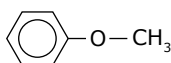
**Exemplos:**



**Etoxietano**



**Metoxietano**

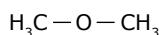


**Metoxibenzeno ou anisol**

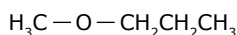
## Nomenclatura usual

Inicia-se com a palavra **éter**, seguida dos nomes dos radicais (em ordem de complexidade), colocando-se no radical mais complexo a terminação **-ílico**.

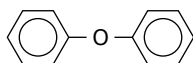
**Exemplos:**



**Éter dimetílico**



**Éter metilpropílico**



**Éter difenílico**

## Propriedades físicas e químicas dos éteres

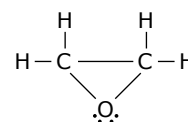
Os éteres, apesar de serem compostos oxigenados, possuem propriedades físicas mais parecidas com as dos hidrocarbonetos do que com as dos álcoois e as dos fenóis. No caso dos éteres, as ligações intermoleculares podem ser as interações dipolo-dipolo ou, então, as interações dipolo instantâneo-dipolo induzido; não há possibilidade de formação de ligações de hidrogênio entre moléculas de éteres.

## Aplicações dos éteres

A utilização industrial dos éteres é muito vasta, sendo utilizados na fabricação da seda artificial e do celulose; em perfumaria; em medicina, como anestésicos e no preparo de medicamentos, e como solventes de óleos, gorduras e resinas.

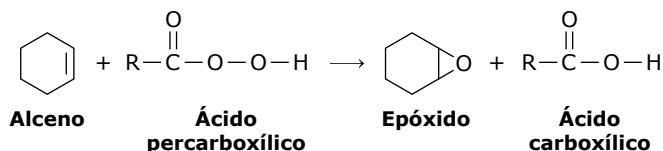
## Epóxidos

Os epóxidos são éteres cíclicos com anéis de três membros. Na nomenclatura IUPAC, os epóxidos são chamados **oxiranos**. O epóxido mais simples recebe o nome de óxido de etileno ou, simplesmente, oxirano.



**Oxirano ou óxido de etileno**

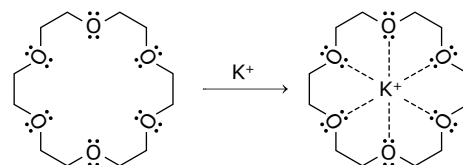
O método mais comum para a síntese de um epóxido é a reação de um alceno com um perácido orgânico.



Nessa reação, o ácido percarboxílico transfere o oxigênio para o alceno. O óxido de etileno é muito importante na obtenção de polímeros solúveis em água (poliéteres).

## Éteres de coroa

Compostos chamados de éteres de coroa podem transportar compostos iônicos para a fase orgânica. Éteres de coroa são chamados *x*-coroa-*y*, no qual *x* é o número total de átomos no anel, e *y* é o número de átomos de oxigênio. Um exemplo é o 18-coroa-6.



O relacionamento entre os éteres de coroa e os íons que eles transportam é chamado relacionamento hospedeiro-hóspede. No caso considerado, o 18-coroa-6 age como hospedeiro, e o cátion K<sup>+</sup> coordenado é o hóspede.

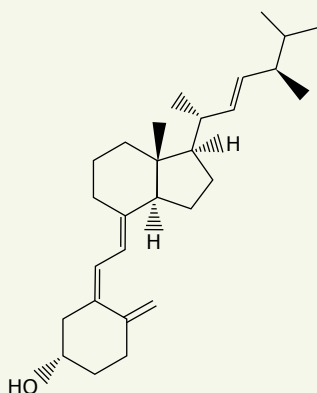
## EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



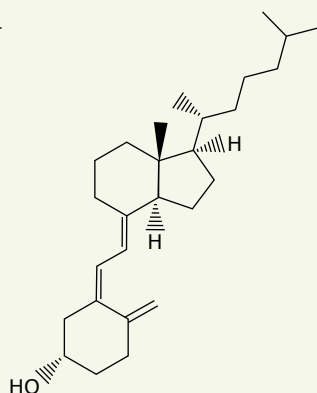
- 01.** (PUC-Campinas-SP-2022) A vitamina D é um composto lipossolúvel que se encontra de duas formas: vitamina D2 e vitamina D3. É obtida a partir de vegetais e alguns peixes ou sintetizada pela pele através da luz solar e é responsável pela absorção de cálcio no intestino e nos rins. A deficiência desta vitamina pode acarretar o aparecimento e agravamento de várias patologias.

FÉLIZ D. A., ANDRADE R. P., ROSÁRIO K. D. A importância da educação continuada e educação permanente em unidade de terapia intensiva-revisão de literatura. *Rev Inic Cient Ext.* 2019; 2(3):163-6 (Adaptação).

**Vitamina D2**



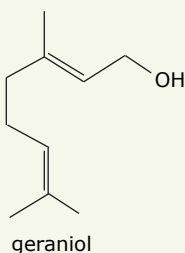
**Vitamina D3**



A função orgânica que está presente nas vitaminas D2 e D3 é:

- A) fenol.  
B) álcool.  
C) ácido carboxílico.  
D) aldeído.  
E) éster.

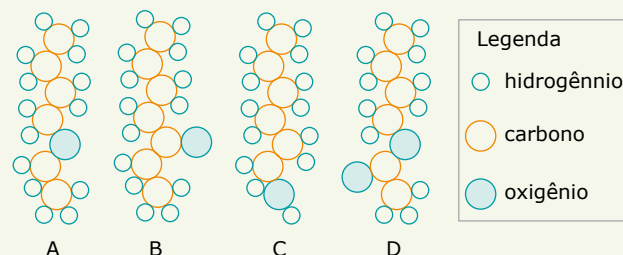
- 02.** (UEA-AM) Considere o geraniol, um óleo essencial de aroma floral, como o de rosas.



O geraniol é um

- A) álcool.  
B) enol.  
C) fenol.  
D) alcino.  
E) aldeído.

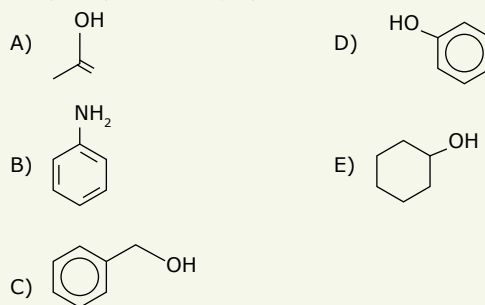
- 03.** (UEMG) As figuras a seguir representam moléculas constituídas de carbono, hidrogênio e oxigênio.



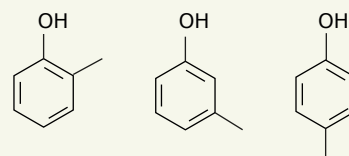
Qual das figuras representa uma molécula pertencente à função álcool?

- A) A  
B) B  
C) C  
D) D

- 04.** (UFAL) O fenol apresenta inúmeras aplicações que abrangem desde a produção de desinfetantes e medicamentos contra queimaduras até a fabricação de baquelite (plástico resistente ao calor), de poliuretano (espumas), de explosivos, etc. Identifique a alternativa na qual aparece um grupo funcional fenólico.

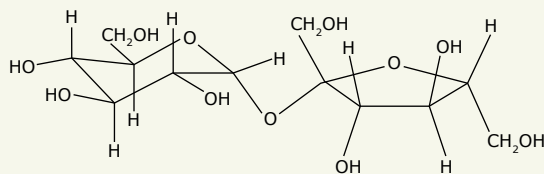


- 05.** (IFSul) Um dos produtos mais usados como desinfetante é a creolina formada por um grupo de compostos químicos fenólicos, os quais apresentam diferentes fórmulas estruturais, tais como:



Os compostos apresentados anteriormente são denominados, respectivamente, de

- A) o-cresol, p-cresol e m-cresol.  
B) p-cresol, m-cresol e o-cresol.  
C) o-cresol, m-cresol e p-cresol.  
D) p-cresol, o-cresol e m-cresol.
- 06.** (Ibmec-RJ) A sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), também conhecida como açúcar de mesa, é um tipo de glicídio formado por uma molécula de glicose e uma de uma frutose produzida pela planta ao realizar o processo de fotossíntese.



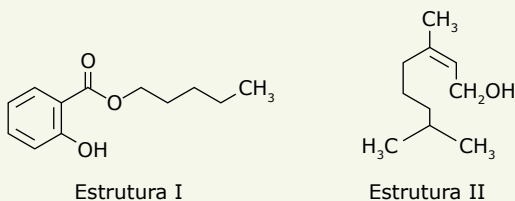
De acordo com a sua fórmula estrutural, indique as funções na molécula de sacarose.

- A) Álcool e fenol.
- B) Álcool e éter.
- C) Álcool e cetona.
- D) Cetona e álcool.
- E) Éter e cetona.

07. (UECE-2019) Éteres são compostos orgânicos usados como solventes e na elaboração de medicamentos. Considerando-se um éter em que seus dois grupos constituintes são  $\text{H}_3\text{C}-\text{O}-$  e  $-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$  é correto afirmar que o nome desse éter é

- A) 2-metoxi-isopropílico.
- B) 2-metoxipropano.
- C) metoxi-isopropílico.
- D) metoxipropano.

08. (UFV-MG) As estruturas a seguir representam substâncias que são usadas em perfumaria por apresentarem odores de flores.



Com relação às estruturas I e II, assinale a alternativa correta.

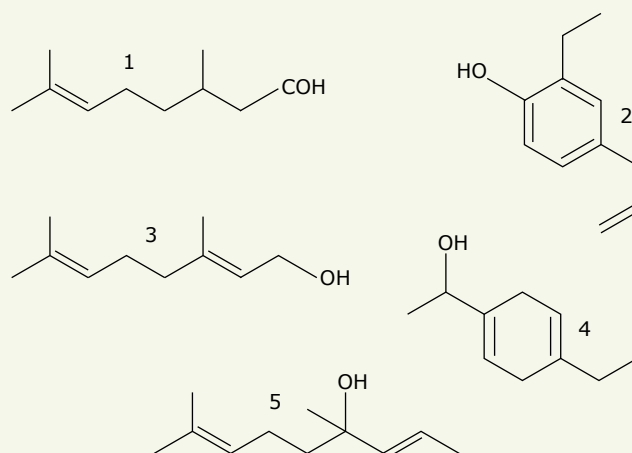
- A) I e II apresentam a função álcool.
- B) A substância I apresenta maior acidez que a substância II.
- C) A massa molar de I é menor que a massa molar de II.
- D) I e II representam substâncias saturadas.
- E) I e II representam substâncias classificadas como compostos aromáticos.

## EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (FAMERP-SP-2022) O geraniol é um álcool terpênico insolúvel em água naturalmente encontrado nos óleos essenciais de citronela, gerânio, limão e rosas, entre outras espécies vegetais. Sua molécula contém um grupo funcional álcool, dois carbonos terciários e 18 átomos de hidrogênio.

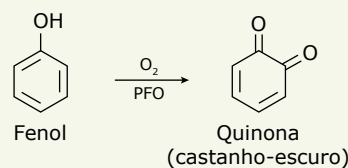
Considere as estruturas de vários compostos que possuem odores característicos.



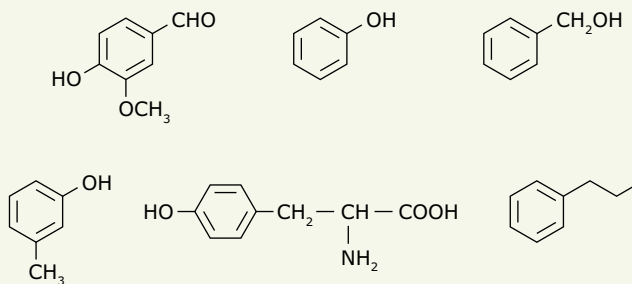
Com base nas informações do texto, o geraniol é representado pela estrutura

- A) 4.
- B) 1.
- C) 5.
- D) 3.
- E) 2.

02. (Unimontes-MG) A polifenoloxidase (PFO) é uma enzima encontrada nos tecidos do abacate, da pera, da maçã, etc., e é responsável pelo aparecimento da cor escura quando esses alimentos são cortados e expostos ao oxigênio atmosférico. O substrato dessa enzima é qualquer composto fenólico, e a equação a seguir representa a reação ocorrida sob a ação da PFO na presença de  $\text{O}_2$  e um possível substrato.



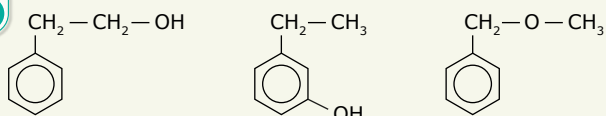
Dados os seguintes compostos:



Das estruturas anteriores, o número de substâncias que não são utilizadas como substrato da enzima é:

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

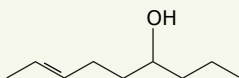
**03.** (UEPG-PR) Sobre os compostos a seguir representados, assinale o que for correto.



- 01. Apresentam a mesma massa molecular.
- 02. São compostos aromáticos.
- 04. Têm a mesma função química.
- 08. Apresentam o mesmo ponto de ebulição.

Soma ( )

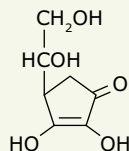
**04.** (UEM-PR) Com relação à estrutura dada a seguir, é correto afirmar que



- 01. sua massa molar é 142 g/mol.
- 02. sua cadeia carbônica é classificada como alifática insaturada e homogênea.
- 04. tem apenas um carbono terciário.
- 08. seu nome sistemático é non-2-en-6-ol.
- 16. é uma molécula plana.

Soma ( )

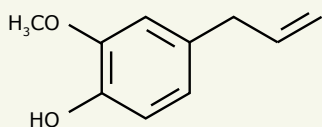
**05.** (PUC Minas) No nosso organismo, a falta de vitamina C, de fórmula



contida em frutas cítricas, limão, tomate, pimentão verde, causa a anomalia escorbuto. Na estrutura, o número de grupos que caracterizam a função álcool é

- A) 1.
- B) 2.
- C) 3.
- D) 4.
- E) 5.

**06.** (IFPE) Mercadorias como os condimentos denominados cravo da Índia, noz-moscada, pimenta do reino e canela tiveram uma participação destacada na tecnologia de conservação de alimentos 500 anos atrás. Eram denominadas especiarias. O uso caseiro do cravo-da-Índia é um exemplo de como certas técnicas se incorporam à cultura popular. As donas de casa, atualmente, quando usam o cravo-da-Índia, não o relacionam com a sua função conservante, mas o utilizam por sua ação flavorizante ou por tradição.



Sabendo que o princípio ativo mais abundante no cravo-da-Índia é o eugenol, estrutura representada anteriormente, assinale a única alternativa correta.

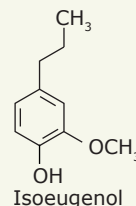
- A) O eugenol apresenta fórmula molecular  $\text{C}_8\text{H}_{12}\text{O}_2$ .
- B) O eugenol apresenta as funções éter e fenol.
- C) O eugenol apresenta cinco carbonos  $\text{sp}^2$ .
- D) O eugenol apresenta cadeia fechada alicíclica.
- E) O eugenol apresenta quatro ligações sigmas.

**07.**

19WV



(UEL-MG) Os efeitos especiais do isoeugenol presente na noz-moscada são conhecidos desde a antiga China. É notória a importância que essa molécula exerceu no comércio e na construção e destruição de cidades.



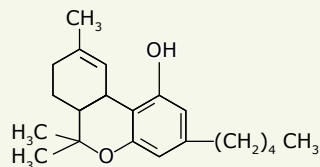
Sobre essa molécula, atribua V (verdadeiro) ou F (falso) às afirmativas a seguir.

- ( ) A molécula apresenta estrutura alicíclica insaturada.
- ( ) Apresenta 2 carbonos primários, 7 carbonos secundários e 1 carbono terciário.
- ( ) É uma estrutura com grupos funcionais compostos.
- ( ) O grupo funcional hidroxila é caracterizado como álcool.
- ( ) Segundo o conceito ácido-base de Arrhenius, essa molécula apresenta caráter básico.

Assinale a alternativa que contém, de cima para baixo, a sequência correta.

- A) V - F - V - V - F
- B) V - F - F - F - V
- C) F - V - V - F - F
- D) F - V - F - V - V
- E) F - F - V - V - F

**08.** (PUC Minas) O THC ou tetra-hidrocanabinol, de fórmula



é o principal componente ativo da maconha (*marijuana*), com efeito de causar abandono das atividades sociais e reduzir acentuadamente o desejo sexual.

O THC apresenta, na sua fórmula, grupos funcionais de

- A) álcool e éter.
- B) álcool e cetona.
- C) fenol e cetona.
- D) fenol e éter.
- E) enol e éter.

09.  
10MQ



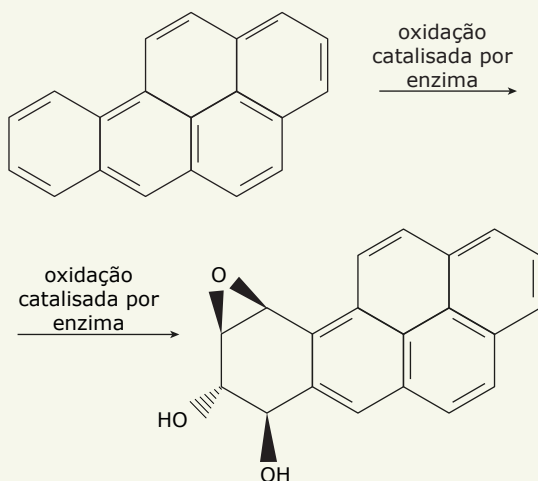
(UECE-2022) Os álcoois são compostos orgânicos caracterizados pelo grupo hidroxila (OH) ligado a um carbono saturado de uma cadeia carbônica. O grupo funcional dos álcoois é representado por R-OH, em que R representa um grupo alquila. Dependendo do átomo de carbono do grupo R em que a hidroxila estiver ligada, os álcoois são classificados em primários, secundários ou terciários. Assim, é correto afirmar que

- A) propan-2-ol é um álcool primário.
- B) butan-2-ol é um álcool terciário.
- C) 2-metil-propan-2-ol é um álcool secundário.
- D) 2,3-dimetil-butan-2-ol é um álcool terciário.

10.  
FQ9T



(Unimontes-MG) O benzopireno é um composto reconhecido como carcinógeno. Esse composto é encontrado, por exemplo, na fumaça de cigarro e em carnes grelhadas em carvão. Por uma série de reações catalisadas por enzimas, o benzopireno absorvido ou ingerido é transformado em outro composto, como mostra a figura a seguir.



O composto formado pode ligar-se ao DNA, promover alterações e mutações cancerígenas. Em relação ao benzopireno e sua transformação, é correto afirmar:

- A) O composto formado é um epóxido-diol.
- B) O composto formado é insolúvel em água.
- C) O benzopireno é aromático mononuclear.
- D) As mutações decorrem da redução enzimática.

## SEÇÃO ENEM

01. (Enem) Os pesticidas modernos são divididos em várias classes, entre as quais se destacam os organofosforados, materiais que apresentam efeito tóxico agudo para os seres humanos. Esses pesticidas contêm um átomo central de fósforo ao qual estão ligados outros átomos ou grupo de átomos, como oxigênio, enxofre, grupos metoxi ou etoxi, ou um radical orgânico de cadeia longa.

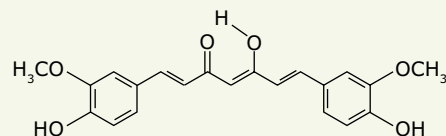
Os organofosforados são divididos em três subclasses: Tipo A, na qual o enxofre não se incorpora na molécula; Tipo B, na qual o oxigênio, que faz dupla ligação com fósforo, é substituído pelo enxofre; e Tipo C, no qual dois oxigênios são substituídos por enxofre.

BAIRD, C. *Química Ambiental*. Bookman, 2005.

Um exemplo de pesticida organofosforado Tipo B, que apresenta grupo etoxi em sua fórmula estrutural, está representado em:

- A) 
$$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{O}-\text{CH}_3 \end{array}$$
- B) 
$$\begin{array}{c} \text{S} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{O}-\text{CH}_3 \end{array}$$
- C) 
$$\begin{array}{c} \text{S} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{S}-\text{P}-\text{O}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{O}-\text{CH}_3 \end{array}$$
- D) 
$$\begin{array}{c} \text{S} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{P}-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{O} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}=\text{COCH}(\text{CH}_3)_2 \end{array}$$
- E) 
$$\begin{array}{c} \text{S} \\ \parallel \\ \text{O}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{P}-\text{OCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{OCH}_2\text{CH}_3 \end{array}$$

02. (Enem) A curcumina, substância encontrada no pó amarelo-alaranjado extraído da raiz da curcuma ou açafrão-da-índia (*Curcuma longa*), aparentemente, pode ajudar a combater vários tipos de câncer, o mal de Parkinson e o de Alzheimer e até mesmo retardar o envelhecimento. Usada há quatro milênios por algumas culturas orientais, apenas nos últimos anos passou a ser investigada pela ciência ocidental.



ANTUNES, M. G. L. Neurotoxicidade induzida pelo quimioterápico cisplatina: possíveis efeitos citoprotetores dos antioxidantes da dieta curcumina e coenzima Q10. *Pesquisa FAPESP*, São Paulo, n. 168, fev. 2010 (Adaptação).

Na estrutura da curcumina, identificam-se grupos característicos das funções

- A) éter e álcool.
- B) éter e fenol.
- C) éster e fenol.
- D) aldeído e enol.
- E) aldeído e éster.

- 03.** O óleo essencial do gerânio é extraído das flores frescas, caules e folhas deste arbusto perene. É obtido por arraste a vapor, fornecendo, principalmente, geraniol e citronelol naturais. Além do geraniol e citronelol, apresenta também borneol, linalol, terpineol, limoneno, felandreno e pineno. É o teor de geraniol que determina o valor comercial e industrial da essência. [...]

Disponível em: <http://www.destilariabauru.com.br/oleo-essencial-de-geranio-egito>. Acesso em: 21 nov. 2018.

A substância que agrega maior valor comercial ao óleo essencial do gerânio é um álcool primário que apresenta dois átomos de carbonos terciários. A estrutura dessa substância é:

- A)
- B)
- C)
- D)
- E)

- 04.** Para saber se um álcool é primário, secundário ou terciário, utiliza-se o Teste de Lucas, que se baseia na diferença de reatividade das três classes de alcoóis com os haletos de hidrogênio. Os alcoóis (desde que não tenham mais de seis átomos de carbono) são solúveis no reagente de Lucas, uma mistura de ácido clorídrico concentrado (HCl) e cloreto de zinco (ZnCl<sub>2</sub>). Os cloretos de alquila correspondentes são insolúveis. A formação de um cloreto de alquila a partir de um álcool é denunciada pela turvação que se produz quando o cloreto se separa da solução. O tempo que a turvação demora a aparecer constitui, por isso, uma medida da reatividade do álcool. Os alcoóis terciários reagem imediatamente com o reagente de Lucas, os secundários levam cinco minutos e os primários não reagem, apreciavelmente, à temperatura ambiente.

Suponha que um estudante tenha adicionado o reagente de Lucas a um tubo de ensaio contendo um álcool desconhecido e que a turvação tenha aparecido imediatamente.

Uma estrutura possível para o conteúdo do tubo de ensaio é:

- A)
- B)
- C)
- D)
- E)

## SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



### GABARITO

Meu aproveitamento

#### Aprendizagem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

01. B  
 02. A  
 03. C  
 04. D  
 05. C  
 06. B  
 07. B  
 08. B

#### Propostos

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

01. D  
 02. C  
 03. Soma = 03  
 04. Soma = 03  
 05. B  
 06. B  
 07. C  
 08. D  
 09. D  
 10. A

#### Seção Enem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

01. E  
 02. B  
 03. B  
 04. D



Total dos meus acertos: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ %

## Ligações Iônicas

### POR QUE OS ÁTOMOS ESTABELECEM LIGAÇÕES QUÍMICAS?



Qualquer tipo de ligação química entre dois átomos só se estabelece se o arranjo resultante das interações entre seus núcleos e seus elétrons possuir energia mais baixa que a energia total dos átomos isolados. Assim, podemos dizer que os átomos se ligam para assumirem uma condição de mais baixa energia.

Esse abaixamento de energia ocorre quando as ligações formadas estão relacionadas aos elétrons mais externos, principalmente os de valência. Podemos explicar um tipo particular de ligação química em termos da estrutura eletrônica dos átomos. Como a estrutura eletrônica está relacionada com a localização do elemento na tabela periódica, podemos prever o tipo e o número de ligações químicas que um elemento pode fazer a partir de seu grupo e período.

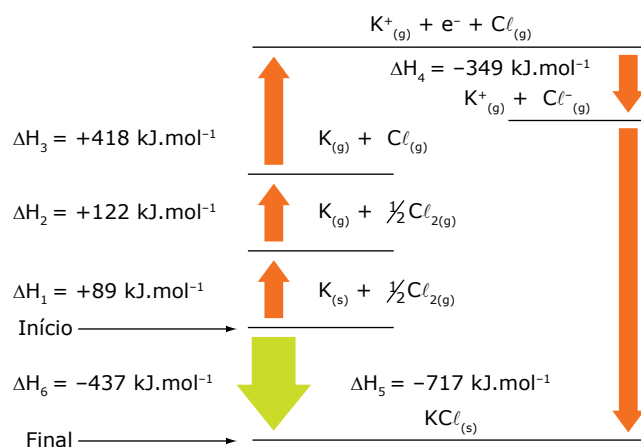
O modelo mais usado atualmente para prever ligações químicas é baseado nos trabalhos do químico americano G. N. Lewis. Esse cientista fez previsões sobre ligações antes mesmo da estrutura eletrônica dos átomos ter sido esclarecida, em 1916.

### AS ENERGIAS ENVOLVIDAS NA FORMAÇÃO DA LIGAÇÃO IÔNICA



Vamos entender o motivo de o cristal de  $KCl_{(s)}$  ter energia mais baixa em relação a átomos isolados de potássio,  $K_{(g)}$ , e cloro,  $Cl_{(g)}$ , e mesmo em relação às substâncias simples gás cloro,  $Cl_{2(g)}$ , e potássio metálico,  $K_{(s)}$ . É interessante notar que, nessas duas últimas espécies, os átomos aparecem ligados.

Ao examinar o ciclo de Born-Haber, podemos entender as variações de energia envolvidas na transformação das substâncias simples potássio e cloro no composto iônico cloreto de potássio, como exemplo.



Ciclo de Born-Haber do  $KCl_{(s)}$ .

O ciclo de Born-Haber começa com substâncias simples e termina com um composto iônico. A seguir são dados os significados de todas as etapas do ciclo.

$\Delta H_1$  – Entalpia de atomização ou de sublimação do potássio: é a quantidade de energia que deve ser fornecida para romper as ligações metálicas entre os átomos no cristal de potássio, originando um mol de átomos infinitamente separados uns dos outros.

$\Delta H_2$  – Metade da entalpia de atomização ou de dissociação do cloro (Energia de ligação  $Cl-Cl$ ): é a quantidade de energia que deve ser fornecida para romper meio mol de ligação covalente  $Cl-Cl$ . Nessa etapa, especificamente, foi fornecida energia suficiente para atomizar meio mol de  $Cl_2$ , originando um mol de cloro atômico.

$\Delta H_3$  – Primeira energia de ionização do potássio: é a energia mínima necessária que deve ser fornecida para afastar infinitamente dos átomos o elétron mais externo de um mol de átomos de potássio isolados, no estado fundamental e na fase gasosa.

$\Delta H_4$  – Afinidade eletrônica do cloro: é a energia liberada quando um mol de átomos de cloro isolados, no estado fundamental e na fase gasosa, “captura” elétrons que antes se encontravam infinitamente separados dos átomos.

$\Delta H_5$  – A energia envolvida nessa etapa é o negativo da entalpia de rede do cloreto de potássio. Nessa etapa, há um abaixamento considerável de energia em virtude de o cristal iônico ser mais estável que os íons infinitamente separados.



$\Delta H_6$  – O ciclo se completa com essa etapa que leva as substâncias simples até o cristal iônico. Essa é a formação termoquímica do  $KCl_{(s)}$ .

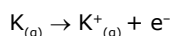
## Entalpia de rede ou entalpia reticular de um sólido iônico

Entalpia reticular é a diferença na entalpia molar entre um sólido e um gás de íons infinitamente separados. O valor da entalpia de rede nos permite estimar o quão forte é uma determinada ligação iônica. Em geral, as entalpias de rede dos compostos iônicos são altas, evidenciando que essa ligação tende a ser intensa. Compostos em que os íons estão ligados mais fortemente devem possuir maiores entalpias de rede.

## CONCEITO DE LIGAÇÃO IÔNICA



A ligação iônica deve ser conceituada como o abaixamento de energia ou elevação de estabilidade quando íons infinitamente separados originam um cristal iônico. Esse abaixamento de energia é consequência do equilíbrio de forças de repulsão e atração. O simples fato de átomos infinitamente separados perderem e ganharem elétrons, originando os respectivos cátions e ânions, não proporciona a eles estabilidade. Tal fato pode ser verificado comparando-se as energias das espécies mencionadas no diagrama. Nota-se uma elevação de energia, por exemplo, na transformação



### Ligação iônica

Assista ao vídeo "Ligação iônica". Com ele você visualizará como são formadas as ligações iônicas e como os íons interagem entre si eletrostaticamente, formando uma estrutura organizada e tridimensional, chamada rede cristalina. Bons estudos!



IBZQ

## Fatores que afetam a intensidade da ligação iônica

A Lei de Coulomb nos ajuda a entender por que, em alguns compostos, as ligações tendem a ser mais intensas que em outros.

$$\text{Força eletrostática} = k \cdot \frac{|z_1 \cdot z_2|}{d^2}$$

Nessa equação,  $k$  é uma **constante**,  $z_1$  e  $z_2$  são as **cargas dos íons** e  $d$  é chamada de **separação entre os íons**. O valor  $d$  pode ser entendido como a distância média entre os centros de carga dos íons.

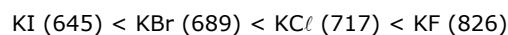
## Carga elétrica dos íons

Quanto maiores forem as cargas dos íons de cargas opostas ( $z_1$  e  $z_2$ ), maior será a força eletrostática atrativa entre eles.

Desse modo, íons de maior carga sofrem um maior abaixamento de energia quando se aproximam para formar ligação iônica. É natural que se gastem maiores quantidades de energia na formação de íons isolados de maior carga a partir dos compostos iônicos correspondentes. O óxido de cálcio, por exemplo, que tem cátions e ânions bivalentes, tem entalpia de rede igual a  $3\,461 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Esse valor é muito mais elevado que a entalpia de rede do cloreto de sódio:  $787 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Isso se deve ao fato de que este tem íons monovalentes, ou seja, de menor carga em relação àquele. É importante dizer que os dois compostos possuem uma semelhança muito grande em suas redes cristalinas e no tamanho dos seus íons.

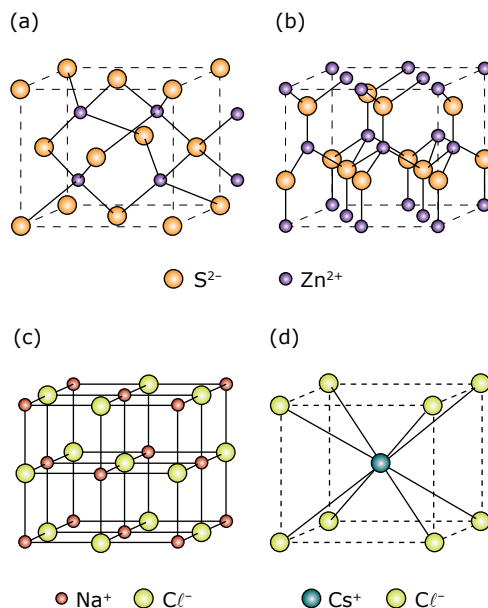
## Raio iônico

Quanto menores forem os raios dos íons de cargas opostas, maior será a entalpia de rede do composto iônico. Quando os raios iônicos são menores, a separação entre os íons ( $d$ ) é menor, o que determina aumento da força eletrostática atrativa. Veja, por exemplo, a ordem crescente nas entalpias de rede, em  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , dos haletos de potássio à medida que os raios iônicos dos ânions vão diminuindo:



## Arranjo cristalino

O tipo de arranjo cristalino afeta a intensidade da ligação iônica. Dois tipos comuns de arranjo encontrados em compostos iônicos são o retículo cristalino cúbico simples do  $NaCl$  e o retículo cristalino cúbico de corpo centrado do  $CsCl$ . É muito difícil fazer generalizações a respeito da intensidade da ligação iônica a partir do tipo de rede cristalina. Desse modo, tal influência não será aqui discutida.



Redes cristalinas da blenda (a); da wurtzita (b); do cloreto de sódio,  $NaCl$  (c) e do cloreto de célio,  $CsCl$  (d).

# PROPRIEDADES FÍSICAS DOS COMPOSTOS IÔNICOS



## Pontos de fusão e ebulição normais (P.F. e P.E.)

Os compostos iônicos típicos possuem temperaturas de fusão e ebulição elevadas em virtude de a ligação iônica ser intensa na maioria dos casos. Devido às elevadas entalpias de rede, são necessárias quantidades consideráveis de energia para afastar os íons durante a fusão e a ebulição.

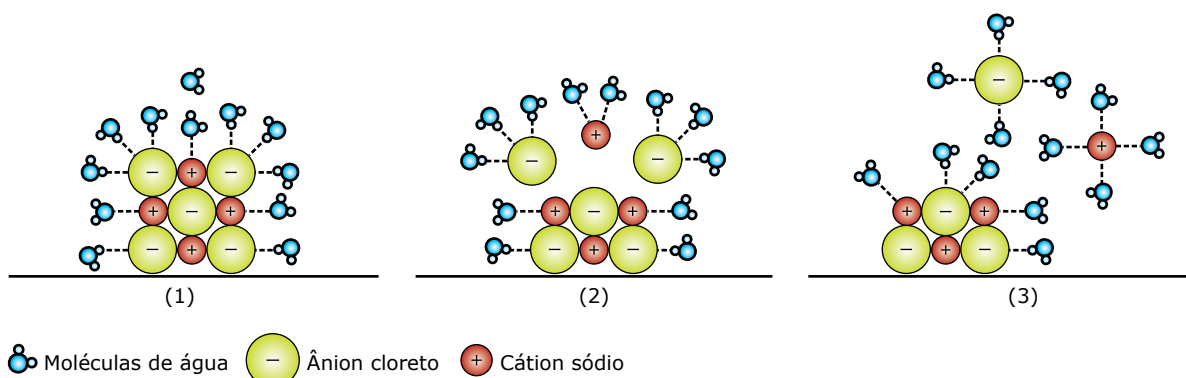
## Estado físico nas condições ambiente

A maioria dos compostos iônicos é sólida nessas condições. Existem alguns compostos com caráter fortemente iônico que são encontrados no estado líquido; é o caso do estearato de potássio,  $C_{15}H_{31}COO^-K^+$ , um sabão líquido.

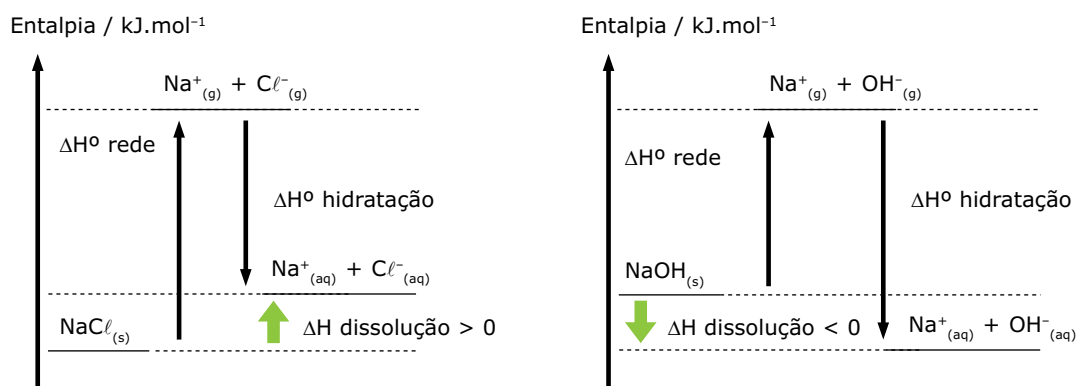
## Solubilidade

Alguns compostos iônicos, como os haletos e os hidróxidos alcalinos, são solúveis em solventes polares como a água. Entretanto, existem muitos outros compostos iônicos praticamente insolúveis em água e em qualquer outro solvente. Como via de regra, as substâncias iônicas não se dissolvem nos solventes apolares, a não ser aqueles que possuem também longas cadeias apolares.

### Mecanismo de dissolução do cloreto de sódio em água



Mecanismo de dissolução do cloreto de sódio em água: (1) Assim que um cristal de  $NaCl$  é colocado em água, sua superfície interage com moléculas de água orientadas de acordo com o sinal das cargas dos íons. (2) Quando as interações íon-dipolo se estabelecem, ocorre uma apassivação das cargas dos íons, diminuindo a interação entre eles, o que permite a saída desses íons da estrutura do cristal. (3) Os íons permanecem completamente dissociados em soluções diluídas e praticamente não interagem mais uns com os outros.



A dissolução do  $NaCl$  é endotérmica, ao passo que a do  $NaOH$  é exotérmica. Isso se deve ao fato de a entalpia de hidratação do ânion  $OH^-$  ser muito elevada. A maioria dos sólidos iônicos tem comportamento semelhante ao do  $NaCl$  quando se dissolve em água.

## Condutividade elétrica

Para que um material apresente boa condutividade elétrica, é preciso que existam unidades estruturais dotadas de carga (íons ou elétrons) com grande movimentação. Os sólidos iônicos são maus condutores devido à pouca movimentação dos íons nesse estado. Mas, depois de fundidos ou dissolvidos, eles se tornam bons condutores de eletricidade, pois acontece dissociação iônica e os íons passam a ter a movimentação necessária para condução de energia elétrica.

## Dureza e tenacidade

Os compostos iônicos são muito duros (bem resistentes ao risco), porém pouco tenazes (não muito resistentes ao choque mecânico). A elevada dureza é consequência do forte grau de interação entre os íons. Quando submetidos a choque mecânico, costumam fragmentar-se em cristais menores devido ao fato de que as deformações sofridas pelo cristal em um choque aproximam cátions e ânions da rede e fazem as forças repulsivas, que se encontravam minimizadas, se manifestarem.

## FORMULAÇÃO E NOTAÇÃO DOS COMPOSTOS IÔNICOS



### Compostos iônicos binários

É possível prever as fórmulas químicas de muitos compostos iônicos binários formados pela combinação entre alguns metais representativos e ametais. Para tal, dois aspectos devem ser observados: formação de íons estáveis e obtenção de compostos eletricamente neutros.

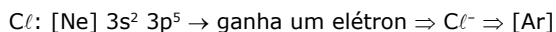
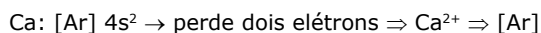
### Formação de íons estáveis

Os elementos aqui citados costumam formar cátions e ânions estáveis com configuração eletrônica semelhante à de um gás nobre (oito elétrons no último nível ou dois, no caso dos elementos próximos ao hélio). Esse princípio pode ser chamado de regra do octeto e nos permite prever a carga elétrica dos íons estáveis formados por alguns elementos representativos.

### Obtenção de compostos eletricamente neutros

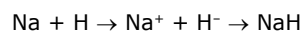
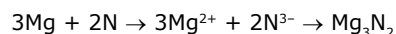
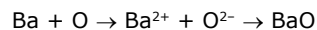
Os compostos iônicos possuem cargas elétricas em sua constituição. No entanto, os íons devem estar combinados em uma proporção tal que proporcione neutralidade elétrica ao composto como um todo.

Veja o caso de um composto formado pelos elementos cálcio e cloro.



Para que o composto seja eletricamente neutro, os íons devem se combinar na proporção 1 : 2, ou seja,  $\text{CaCl}_2$ .

#### Exemplos:



## Críticas à regra do octeto

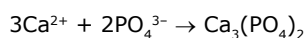
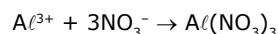
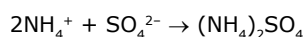
A regra do octeto deve ser entendida como um modelo que permite prever a estrutura de compostos formados por alguns elementos representativos, especialmente os metais alcalinos, alcalinoterrosos e os não metais. É importante ressaltar que esse modelo tem limitações, ou seja, não pode ser empregado amplamente para toda a classificação periódica. Dessa forma, seria mais interessante chamá-lo de "modelo do octeto" em vez de "regra do octeto".

Uma observação importante sobre o significado da fórmula molecular de um composto iônico é que ela reflete apenas a proporção em que os íons estão combinados. Quando se representa o sal de cozinha por  $\text{NaCl}$ , não se deve entender que na estrutura dessa substância existem unidades estruturais biatômicas, pois cada cátion se liga a diversos ânions e vice-versa. Dessa maneira, podemos dizer que a ligação iônica tem caráter não direcional.

## Outros compostos iônicos

Muitos compostos iônicos possuem íons formados por mais de um átomo (íons poliatômicos ou compostos). Esses íons possuem ligações covalentes em sua estrutura, mas, em muitos casos, se comportam como se fossem íons simples. Podemos prever a fórmula de compostos formados por esses íons se conhecermos a carga deles.

#### Exemplos:

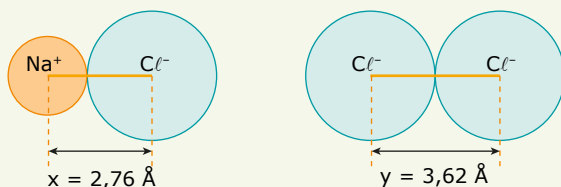


## EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



- 01.** (UFMG) Com relação aos íons  $K^+$  e  $Cl^-$ , é incorreto afirmar que
- ambos apresentam o mesmo número de elétrons que o átomo de argônio.
  - o ânion  $Cl^-$  é maior que o átomo neutro de cloro.
  - o átomo neutro de potássio absorve energia para se transformar no cátion  $K^+$ .
  - um elétron é transferido do  $Cl^-$  para o  $K^+$ , quando esses íons se ligam.
- 02.** (UFPE) Um composto iônico é geralmente formado a partir de elementos que possuem
- energias de ionização muito distintas entre si.
  - elevadas energias de ionização.
  - raios atômicos semelhantes.
  - elevadas afinidades eletrônicas.
  - massas atômicas elevadas.

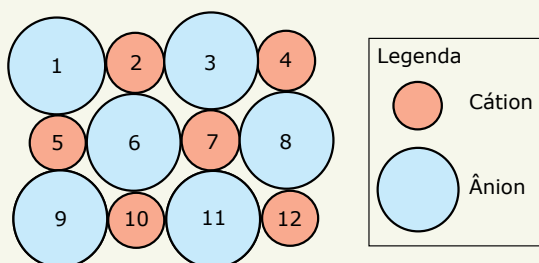
- 03.** (ACAFE-SC) Num cristal de  $NaCl$ , a menor distância entre os núcleos dos íons  $Na^+$  e  $Cl^-$  é  $2,76 \text{ \AA}$ , e a distância entre os dois íons cloreto que se encostam é  $3,26 \text{ \AA}$ .



Portanto, o raio do íon sódio é

- $2,76 \text{ \AA}$ .
- $0,95 \text{ \AA}$ .
- $3,62 \text{ \AA}$ .
- $0,86 \text{ \AA}$ .
- $6,38 \text{ \AA}$ .

- 04.** (UFMG) A figura representa uma seção plana de um cristal iônico, como  $Na^+Cl^-$  ou  $Ca^{2+}O^{2-}$ . Os íons foram numerados para facilitar a sua identificação.



Considerando-se o modelo de ligação para compostos iônicos e os íons representados, é correto afirmar que

- o ânion 6 apresenta ligações iônicas de mesma força com os cátions 2, 5, 7 e 10.
- o par de íons 2-6, no caso do cristal de  $Ca^{2+}O^{2-}$ , está ligado por duas ligações iônicas.
- o ânion 1 não apresenta interação eletrostática com o cátion 7.
- o par de íons 1-5 está ligado ao par de íons 2-6 por uma interação entre dipolos permanentes.

- 05.** (EsPCEX-SP) Compostos iônicos são aqueles que apresentam ligação iônica. A ligação iônica é a ligação entre íons positivos e negativos, unidos por forças de atração eletrostática.

USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. *Química*: Química Geral. São Paulo: Saraiva, 2009. v. 1, p. 225 (Adaptação).

Sobre as propriedades e as características de compostos iônicos, são feitas as seguintes afirmativas:

- Apresentam brilho metálico.
- Apresentam elevadas temperaturas de fusão e ebulição.
- Apresentam boa condutibilidade elétrica quando em solução aquosa.
- São sólidos nas condições ambiente ( $25 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $1 \text{ atm}$ ).
- São pouco solúveis em solventes polares como a água.

Das afirmativas apresentadas, estão corretas apenas

- II, IV e V.
- II, III e IV.
- I, III e V.
- I, IV e V.
- I, II e III.

- 06.** (PUC Minas-2019) Sobre os compostos iônicos, é incorreto afirmar:

- São duros e quebradiços.
- São bons condutores de eletricidade no estado sólido.
- São, geralmente, sólidos à temperatura ambiente.
- Apresentam temperaturas de fusão e ebulição elevadas.

- 07.** (Uepg-2022) Considerando os seguintes íons: sódio ( $Na^+$ ), magnésio ( $Mg^{2+}$ ), cálcio ( $Ca^{2+}$ ), cloreto ( $Cl^-$ ), sulfato ( $SO_4^{2-}$ ) e carbonato ( $CO_3^{2-}$ ), identifique quais sais podem ser formados em meio aquoso. Assinale o que for correto.

- Cloreto de cálcio,  $CaCl_2$ .
- Sulfato de sódio,  $Na_2SO_4$ .
- Sulfato de cálcio,  $CaSO_4$ .
- Carbonato de magnésio,  $MgCO_3$ .

- 08.** (UEG-GO) Dois elementos químicos A e B apresentam números atômicos iguais a 13 e 16, respectivamente. Ao reagirem entre si, eles formam um composto iônico do tipo

- $AB$ .
- $AB_2$ .
- $A_2B$ .
- $A_2B_3$ .

## EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (OMQ-2020) Indique a alternativa que melhor completa a seguinte afirmação: "Dos compostos listados nas alternativas, \_\_\_\_\_ possui a menor separação interiônica."

- $SrBr_2$
- $RbCl$
- $KF$
- $CsI$

**02.** (PUC Minas) O fenômeno de dissociação em água é o resultado da separação de íons já existentes na substância pela ação das moléculas de água que atuam, de modo a estabilizar os íons em solução. A presença de íons livres favorece a condução de corrente elétrica nestes sistemas (soluções iônicas). Assinale a opção que apresenta somente espécies que sofrem dissociação na água.

- A) CsI, NaCl, MgBr<sub>2</sub> e KCl.
- B) HCl, NaCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e CH<sub>3</sub>OH.
- C) HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaBr e HCN.
- D) MgO, NaCl, HBr e NaI.

**03.** (CEFET-MG) No laboratório de Química, um professor disponibilizou as seguintes substâncias:

I	O <sub>3</sub>	V	Ca(OH) <sub>2</sub>
II	NaI	VI	HCN
III	KNO <sub>3</sub>	VII	CO <sub>2</sub>
IV	NH <sub>3</sub>	VIII	Li <sub>2</sub> O

Os compostos formados somente por ligações iônicas são

- A) I e VII.
- B) II e VIII.
- C) III e V.
- D) IV e VI.

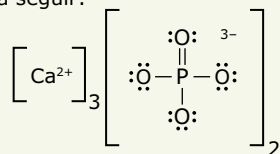
**04.** (UERJ) Considere o processo de dissolução de sulfato ferroso em água, no qual ocorre a dissociação desse sal. Após esse processo, ao se aplicar um campo elétrico, o seguinte íon salino irá migrar no sentido do polo positivo:

- A) Fe<sup>3+</sup>
- B) Fe<sup>2+</sup>
- C) SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>
- D) SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>

**05.** (UDESC) Um composto é formado pelo cátion X e ânion Y, com fórmula química representada por X<sub>2</sub>Y<sub>3</sub>. A respeito desse composto, assinale a alternativa correta.

- A) O átomo X possui 2 elétrons na camada de valência.
- B) O átomo Y possui 6 elétrons na camada de valência.
- C) O átomo Y possui 2 elétrons na camada de valência.
- D) O átomo X possui 6 elétrons na camada de valência.
- E) O composto se estabiliza por ligação química covalente.

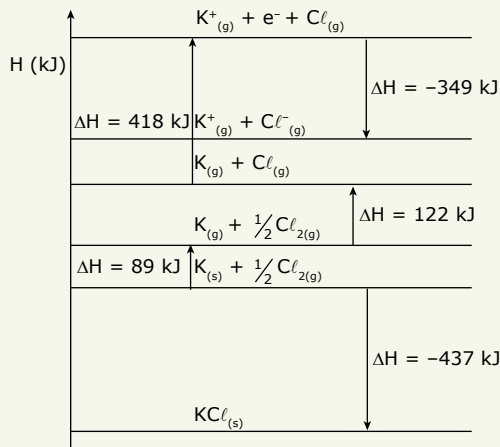
**06.** (Unimontes-MG) O osso tem como um de seus constituintes o fosfato de cálcio, Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, responsável por sua rigidez. A estrutura de Lewis desse composto é mostrada a seguir:



Relacionando as ligações químicas presentes nesse composto com as propriedades do osso, é correto afirmar que

- A) as ligações químicas presentes nos íons de fosfato tornam o osso mais quebradiço.
- B) as atrações eletrostáticas entre os íons Ca<sup>2+</sup> e PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> conferem alta rigidez ao osso.
- C) o osso tem alta solubilidade em água por apresentar ligações químicas iônicas.
- D) as cargas bi e trivalentes, nos respectivos íons, não influenciam na rigidez do osso.

**07.** (PUC-SP) O estudo da energia reticular de um retículo cristalino iônico envolve a análise do ciclo de Born-Haber. O diagrama de entalpia a seguir exemplifica o ciclo de Born-Haber do cloreto de potássio (KCl).



A partir da análise do diagrama é incorreto afirmar que

- A) a entalpia de sublimação do potássio é de 89 kJ/mol.
- B) a entalpia de ligação Cl-Cl é de 244 kJ/mol.
- C) a entalpia de formação do KCl(s) é de -717 kJ/mol.
- D) o potencial de ionização do K(g) é de 418 kJ/mol.
- E) a reação entre o metal potássio e o gás cloro é exotérmica.

**08.** (UCS-RS) Em um determinado tipo de ligação química, ocorre a formação de íons devido à perda ou ao ganho de elétrons pelos átomos. Supondo-se uma ligação que dê origem aos íons Na<sup>+</sup> e F<sup>-</sup>, é correto afirmar que:

**Dados:** <sup>11</sup>Na<sub>23</sub> e <sup>9</sup>F<sub>19</sub>.

- A) O íon F<sup>-</sup> tem massa maior que o íon Na<sup>+</sup>.
- B) Os íons têm distribuição eletrônica igual.
- C) Os íons têm números atômicos iguais.
- D) Os íons têm massa atômica igual.
- E) Os íons são isótopos.

**09.** (PUCPR) Baterias são dispositivos capazes de transformar energia química em energia elétrica por meio de reações eletroquímicas. Atualmente, com o avanço na produção e o consumo de equipamentos portáteis, um dos grandes desafios é fazer com que as baterias consigam acompanhar as novas tecnologias, tornando-se cada vez menores e apresentando um tempo maior de duração de descarga, além de aumentar, também, o número de ciclos de utilização. Nesse panorama, as baterias de íon lítio representam o que temos de mais moderno, pois conseguem combinar alta performance com baixo peso. Sobre o lítio e seus compostos, é correto afirmar que:

- A) um átomo de lítio apresenta massa igual a 7 g.
- B) os halogenetos de lítio, quando estão no estado sólido, são ótimos condutores de eletricidade.
- C) o óxido de lítio é um composto molecular de fórmula Li<sub>2</sub>O.
- D) o lítio é um metal pouco reativo, não apresentando tendência em reagir com a água.
- E) trata-se de um metal alcalino que se combina com átomos de cloro por meio de ligações iônicas, formando um composto de fórmula LiCl.

10. (UERJ) Apesar de apresentarem propriedades químicas distintas, os elementos flúor, neônio e sódio possuem números atômicos próximos, conforme destacado a seguir.
- $${}_9\text{F} \quad {}_{10}\text{Ne} \quad {}_{11}\text{Na}$$

Dentre esses elementos, nomeie o que apresenta maior estabilidade em relação à regra do octeto e indique o símbolo daquele cujos átomos têm o maior número de camadas eletrônicas.

Em seguida, nomeie a ligação interatômica formada entre Na e F e apresente a fórmula química do composto resultante dessa ligação.

11. (FAMERP-SP) Considere os seguintes dados:
- Elementos: flúor, magnésio, nitrogênio e sódio.
  - Eletronegatividades: 0,93; 1,31; 3,04; 3,98.
- A) Associe dois desses elementos aos seus respectivos valores de eletronegatividade.
- B) Represente por fórmula o composto resultante da ligação entre os elementos magnésio e nitrogênio. Escreva a fórmula estrutural do composto formado com os elementos nitrogênio e flúor.

12. (UERJ–2020) Na tabela periódica proposta pelo russo Dimitri Mendeleiev, os elementos químicos conhecidos à época foram agrupados de acordo com a ordem crescente de suas massas atômicas, deixando-se espaços livres para outros que ainda seriam descobertos.

Considere o seguinte fragmento da tabela de Mendeleiev, no qual estão indicados os símbolos químicos de alguns elementos e suas respectivas massas atômicas.

Rg 85	Sr 87	?	Zr 90	Nb 94	Mo 96	?	100	Símbolo
Ag 108	Cd 112	In 113	Sn 118	Sb 122	Te 125	I 127	Massa atômica	

Atualmente, a tabela de classificação periódica apresenta outro modelo de agrupamento, no qual os elementos químicos encontram-se organizados por famílias.

Dentre os elementos presentes no fragmento da tabela de Mendeleiev, indique o número de camadas eletrônicas daquele com maior massa atômica e escreva, ainda, a fórmula química da substância formada pelo metal alcalinoterroso e pelo halogênio.

Sabendo hoje que a massa atômica do telúrio é maior que a do iodo, explique por que esses dois elementos mantêm na classificação periódica atual a mesma posição que tinham na de Mendeleiev.

## SEÇÃO ENEM

01. [...] Enquanto os lampiões queimam gás ou querosene, as lâmpadas acendem graças à eletricidade. A energia passa por um filamento que quando aquecido a temperaturas muito altas – a partir de 2 200 °C – produz luz visível. Na lâmpada de Edison, o filamento era de algodão carbonizado, mas hoje o material que se usa é o tungstênio, um elemento que tem ponto de fusão mais alto do que outros metais – ou seja, necessita de uma temperatura muito elevada para passar ao estado líquido. [...] o filamento de tungstênio pode chegar até os 3 000 °C. Apesar de não se fundir a essa temperatura, poderia pegar fogo caso entrasse em contato com o oxigênio. Por isso, dentro das lâmpadas, há um gás inerte – ou seja, que não reage. Nas incandescentes regulares, esse gás é o argônio ou o criptônio. A vantagem de usar um gás inerte e não o vácuo, como nas primeiras lâmpadas, é diminuir o desgaste do filamento. [...]

CAVALIERE, Irene. Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inford=1172&sid=9>. Acesso em: 21 nov. 2018.

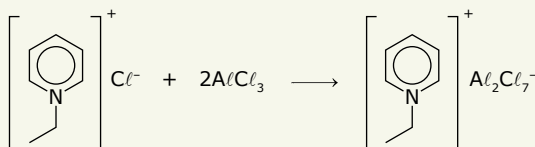


O filamento de uma lâmpada incandescente é colocado em uma câmara livre de oxigênio para evitar a sua oxidação, que levaria

- A) à produção de uma substância de natureza iônica, inviabilizando a condução de corrente elétrica e, conseqüentemente, a emissão de luz.
- B) à diminuição da pressão interna por consumo do oxigênio que poderia levar a lâmpada a implodir.
- C) à combustão do criptônio, aumentando o efeito de liberação de energia térmica durante a emissão de luz.
- D) à maior vaporização do filamento de tungstênio, tal como nas primeiras lâmpadas elétricas.
- E) a uma combustão mais rápida do que a provocada pelos gases argônio e criptônio, quando da passagem de corrente elétrica.



02. As substâncias iônicas são geralmente sólidas nas condições normais de temperatura e pressão e possuem elevados pontos de fusão. No entanto, alguns compostos iônicos se apresentam como líquidos e, devido a essa característica peculiar, possuem diversas aplicações como solventes e catalisadores. As ligações iônicas nos líquidos iônicos não são intensas o bastante para manterem os íons ordenados e promoverem a formação do estado sólido em condições normais de temperatura e pressão. O esquema a seguir representa a formação de um líquido iônico de ponto de fusão igual a  $-40\text{ }^\circ\text{C}$  a partir do cloreto de etilpiridínio e do cloreto de alumínio:



O baixo ponto de fusão do líquido iônico representado no esquema anterior deve-se ao(s)

- A) alto valor de energia da rede cristalina.  
 B) grandes raios dos íons.  
 C) grande poder polarizante dos íons.  
 D) alto valor de eletronegatividade dos átomos.  
 E) elevado valor de carga elétrica dos íons.

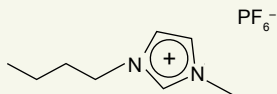
03.

#### Solventes verdes, comportamento dos líquidos iônicos

Uma nova pesquisa acaba de aumentar a compreensão do comportamento dos líquidos iônicos – uma alternativa de baixo impacto ambiental aos solventes convencionais utilizados em processos químicos industriais. O trabalho é capa da edição de março da revista *European Journal of Organic Chemistry*.

FAPESP. Disponível em: [https://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir\\_noticia/3006-solventes-verdes-comportamento-dos-liquidos-ionicos](https://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir_noticia/3006-solventes-verdes-comportamento-dos-liquidos-ionicos). Acesso em: 4 mar. 2008.

A rigor, qualquer composto iônico que não se decomponha com o aquecimento pode ser fundido. Mas, nos líquidos iônicos, o ponto de fusão pode ser menor que  $-40\text{ }^\circ\text{C}$ , e são muito estáveis em temperaturas de até  $200\text{ }^\circ\text{C}$ . Esses compostos são líquidos à temperatura ambiente, mas, por outro lado, a atração entre os íons é suficiente para que esses líquidos tenham uma pressão de vapor praticamente nula – ou seja, eles não evaporam e, portanto, não há emissão de poluentes voláteis durante o seu uso. Isso torna esses solventes candidatos ao uso intensivo em processos industriais “verdes”, isto é, processos que não agredem o meio ambiente, como é o caso do exemplo a seguir (o  $\text{bmim-PF}_6$ ).



- Esses compostos iônicos são líquidos porque seus íons
- A) são muito volumosos, possuem carga elétrica pequena e, portanto, não se atraem.  
 B) são relativamente grandes, de “encaixe” difícil e se atraem com pouca intensidade.  
 C) encontram-se dissociados em uma solução líquida com muita mobilidade.  
 D) formam retículo cristalino, mantido por uma força de coesão relativamente alta.  
 E) possuem pressão de vapor baixa e, portanto, alta volatilidade.

04. As propriedades físico-químicas de uma substância permitem estabelecer o modelo de suas ligações químicas e classificá-la como uma substância iônica, molecular, covalente ou metálica.

As propriedades físico-químicas de uma substância X são listadas a seguir:

- Ponto de fusão:  $778\text{ }^\circ\text{C}$
- Ponto de ebulição:  $1\ 420\text{ }^\circ\text{C}$  (anidro)
- Solubilidade em água:  $340\text{ g/L}$  ( $20\text{ }^\circ\text{C}$ )
- Faixa de pH de sua solução aquosa: neutro
- Condutividade elétrica do sólido: desprezível

A fórmula que melhor representa essa substância no estado sólido é

- A) C (grafita). D)  $\text{KCl}$ .  
 B) HF. E)  $\text{SiO}_2$ .  
 C)  $\text{Cu}_3\text{Sn}$ .

## SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



### GABARITO

Meu aproveitamento 

#### Aprendizagem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

01. D       04. A       07. Soma = 15  
 02. A       05. B       08. D  
 03. B       06. B

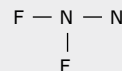
#### Propostos

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

01. C       04. C       07. C  
 02. A       05. B       08. B  
 03. B       06. B       09. E  
 10. Elemento: neônio.  
 Símbolo: Na.  
 Ligação: iônica.  
 Fórmula: NaF.

11.

- A) F: 3,98; N: 3,04; Mg: 1,31 e Na: 0,93.  
 B)  $\text{Mg}_3\text{N}_2$



12. Número de camadas eletrônicas: 5. Fórmula:  $\text{SrI}_2$ . Atualmente, os elementos químicos são agrupados em ordem crescente de seus números atômicos. Como o iodo tem número atômico maior, ele continua sendo agrupado depois do telúrio.

#### Seção Enem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

01. A       02. B       03. B       04. D



Total dos meus acertos: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ %



## Cálculos de Fórmulas

### FÓRMULA MOLECULAR

É a fórmula que indica o número de átomos de cada elemento em uma molécula da substância.

#### Exemplos:

1. Fórmula molecular do ozônio:  $O_3$ .

Essa fórmula indica que cada molécula de ozônio é formada por 3 átomos do elemento oxigênio.

2. Fórmula molecular do ácido sulfúrico:  $H_2SO_4$ .

Essa fórmula indica que, em uma molécula de ácido sulfúrico, existem 2 átomos do elemento hidrogênio, 1 átomo do elemento enxofre e 4 átomos do elemento oxigênio.

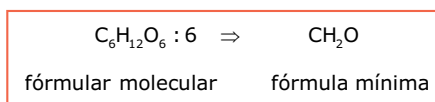
3. Fórmula molecular do iso-octano:  $C_8H_{18}$ .

De acordo com a representação, cada molécula de iso-octano apresenta 8 átomos do elemento carbono e 18 átomos do elemento hidrogênio.

### FÓRMULA MÍNIMA OU EMPÍRICA

É a fórmula que indica a menor proporção entre o número de átomos de cada elemento formador da substância.

A fórmula mínima pode ser obtida pela simplificação dos índices encontrados na fórmula molecular. Veja o exemplo da glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ). Se simplificarmos os índices de sua fórmula molecular dividindo-os por 6, obteremos os menores índices inteiros que representam a proporção entre os átomos dos elementos químicos.



Essa fórmula indica que a proporção entre os números de átomos de C, H e O na glicose, expressa pelos menores números inteiros, é de 1 : 2 : 1, respectivamente.

Em alguns casos, a fórmula molecular pode ser simplificada por mais de um número inteiro (como na glicose, que pode ser simplificada por 2, 3 e 6). Nesse caso, devemos escolher o maior desses números para fazer a simplificação.

A fórmula mínima em alguns casos é igual à fórmula molecular. Há casos em que há diversas substâncias com a mesma fórmula mínima e diferentes fórmulas moleculares.

#### Exemplos:

Substância	Fórmula molecular	Fórmula mínima
Ácido acético	$C_2H_4O_2$	$CH_2O$
Ácido láctico	$C_3H_6O_3$	$CH_2O$
Ácido nítrico	$HNO_3$	$HNO_3$
Ácido sulfúrico	$H_2SO_4$	$H_2SO_4$
Benzeno	$C_6H_6$	$CH$
Sacarose	$C_{12}H_{22}O_{11}$	$C_{12}H_{22}O_{11}$

## EXERCÍCIO RESOLVIDO

01. (PUC-Campinas-SP) Na formação de um óxido de nitrogênio, verificou-se que, para cada  $9,03 \cdot 10^{22}$  átomos de nitrogênio, são necessários 4,80 g de oxigênio. Determinar:  
**Dados:** N =  $14 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; O =  $16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

- A) a fórmula mínima desse óxido.  
B) sua fórmula molecular, sendo 92 a sua massa molecular.

#### Resolução:

##### A) Determinação da fórmula mínima

De acordo com a constante de Avogadro, sabemos que 1,00 mol de átomos apresenta  $6,02 \cdot 10^{23}$  átomos. Assim,

$$\begin{aligned} 1,00 \text{ mol de átomos} & \text{---} 6,02 \cdot 10^{23} \text{ átomos} \\ x \text{ mol de átomos} & \text{---} 9,03 \cdot 10^{22} \text{ átomos} \\ x & = 0,15 \text{ mol de átomos} \end{aligned}$$

Como a massa molar do oxigênio é  $16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , a quantidade, em mol, presente em 4,80 gramas será:

$$\begin{aligned} 1,00 \text{ mol de oxigênio} & \text{---} 16,0 \text{ gramas} \\ y \text{ mol de oxigênio} & \text{---} 4,80 \text{ gramas} \\ y & = 0,30 \text{ mol de oxigênio} \end{aligned}$$

Como indicado anteriormente, temos 0,15 mol de átomos de nitrogênio para cada 0,30 mol de átomos de oxigênio. Logo, a fórmula mínima do óxido é  $NO_2$ .

##### B) Determinação da fórmula molecular

A massa molar do  $NO_2$  é:

$$14 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 2 \cdot 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\frac{\text{Massa molar da fórmula molecular}}{\text{Massa molar da fórmula mínima}} = \frac{92}{46} = 2$$

Assim, para encontrarmos a fórmula molecular, devemos multiplicar a fórmula mínima por 2, resultando em  $N_2O_4$ .

## FÓRMULA PERCENTUAL OU CENTESIMAL



Indica as porcentagens, em massa, de cada elemento constituinte da substância.

### Exemplo:

Fórmula centesimal do metano =  $C_{75\%}H_{25\%}$ .

Essa fórmula indica que, em cada 100 g de metano, temos 75 g de C e 25 g de H. Em outras palavras, a contribuição percentual, em massa, de C e de H, para a formação da massa molar do metano, é igual a 75% e a 25%, respectivamente.

Essa fórmula pode ser obtida a partir da fórmula molecular de acordo com os seguintes passos:

Determinação da massa molar da substância.

Cálculo do percentual em massa de cada elemento a partir da expressão:

$$\frac{M(\text{elemento})}{M(\text{substância})} \cdot 100$$

## CONVERSÃO ENTRE AS FÓRMULAS



As fórmulas molecular, mínima e percentual podem ser interconvertidas. Observe:

### Exemplo 1:

- Determinação da fórmula mínima a partir da fórmula percentual.

Pode-se determinar a fórmula mínima a partir da fórmula percentual de um composto orgânico que apresenta 52,18% em carbono e 13,04% em hidrogênio de acordo com os seguintes passos:

**1º passo:** Interpretação dos dados.

A inspeção da composição percentual revela 52,18% em C e 13,04% em H. Isso não equivale a 100%. É muito comum essa representação para compostos orgânicos, e o restante, ou seja, o que falta para completar 100%, refere-se ao percentual de oxigênio. Assim, o composto apresenta:

$$100,00 - 52,18 - 13,04 = 34,78\% \text{ em oxigênio}$$

**2º passo:** Conversão da proporção em massa para proporção em mol.

1,0 mol de C — 12,0 gramas

x mol de C — 52,18 gramas

$$x = \frac{52,18}{12,00} = 4,35 \text{ mol de C}$$

1,0 mol de H — 1,00 grama  
y mol de H — 13,04 gramas

$$y = \frac{13,04}{1,00} = 13,04 \text{ mol de H}$$

1,0 mol de O — 16,0 gramas  
z mol de O — 34,78 gramas

$$z = \frac{34,78}{16,0} = 2,17 \text{ mol de O}$$

A proporção, em mol, obtida é  $C_{4,35}H_{13,04}O_{2,17}$ .

**3º passo:** Determinação da fórmula mínima.

### Exemplo 2:

Na fórmula mínima, a proporção entre os átomos dos elementos é dada por números inteiros. Assim, dividimos os números obtidos pelo menor deles da seguinte forma:

$$C_{\frac{4,35}{2,17}} H_{\frac{13,04}{2,17}} O_{\frac{2,17}{2,17}} = C_2H_6O$$

- Determinação da fórmula molecular a partir da fórmula percentual e da massa molar.

Pode-se determinar a fórmula molecular de uma determinada substância que possui massa molecular 470 u e composição centesimal que apresenta 66,38% de carbono, 6,38% de hidrogênio e 27,23% de oxigênio de acordo com os seguintes passos:

**1º passo:** Interpretação dos dados.

Cada 100,00 gramas dessa substância apresentam 66,38 gramas de carbono, 6,38 gramas de hidrogênio e 27,23 gramas de oxigênio.

**2º passo:** Conversão da proporção em massa para proporção em mol.

1,0 mol de C — 12,0 gramas

x mol de C — 66,38 gramas

$$x = \frac{66,38}{12,00} = 5,53 \text{ mol de C}$$

1,0 mol de H — 1,00 grama

y mol de H — 6,38 gramas

$$y = \frac{6,38}{1,00} = 6,38 \text{ mol de H}$$

1,0 mol de O — 16,0 gramas

z mol de O — 27,23 gramas

$$z = \frac{27,23}{16,0} = 1,70 \text{ mol de O}$$

A proporção, em mol, obtida é  $C_{5,53}H_{6,38}O_{1,70}$ .

**3º passo:** Determinação da fórmula mínima.

Na fórmula mínima, a proporção entre os átomos dos elementos é dada por números inteiros. Assim, dividimos os números obtidos pelo menor deles:

$$C_{\frac{5,53}{1,70}} H_{\frac{6,38}{1,70}} O_{\frac{1,70}{1,70}} = C_{3,25}H_{3,75}O_{1,00} = C_{13}H_{15}O_4$$

Observe que os números obtidos pela divisão por 1,70 não eram inteiros. Assim, eles foram multiplicados por 4 a fim de obtermos números inteiros.

**4º passo:** Determinação da fórmula molecular.

A massa molar de  $C_{13}H_{15}O_4$  é

$$13 \cdot 12 \text{ g.mol}^{-1} + 15 \cdot 1 \text{ g.mol}^{-1} + 4 \cdot 16 \text{ g.mol}^{-1} = 235 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\frac{\text{Massa molar da fórmula molecular}}{\text{Massa molar da fórmula mínima}} = \frac{470}{235} = 2$$

Para encontrarmos a fórmula molecular, devemos multiplicar a fórmula mínima por 2, resultando em  $C_{26}H_{30}O_8$ .

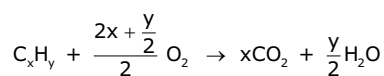
### Exemplo 3:

- Determinação da fórmula molecular e mínima a partir das quantidades de produtos formados em um processo de combustão.

Em um processo de queima de uma amostra de 1,00 g do hidrocarboneto  $C_xH_y$  em excesso de oxigênio, que fornece 1,80 g de  $H_2O$  e 2,93 g de  $CO_2$ , a fórmula mínima desse hidrocarboneto pode ser determinada de acordo com os seguintes passos:

**1º passo:** Interpretação dos dados.

A queima de um hidrocarboneto com excesso de oxigênio corresponde a uma reação de combustão completa que origina como produtos apenas gás carbônico e água. Esse processo pode ser representado pela seguinte equação química:



**2º passo:** Cálculo da quantidade de matéria de  $CO_2$  e  $H_2O$ .

$$n_{CO_2} = \frac{2,93 \text{ g}}{44,0 \text{ g.mol}^{-1}} = 0,0666 \text{ mol } CO_2 \text{ (há } 0,0666 \text{ mol de C)}$$

$$n_{H_2O} = \frac{1,80 \text{ g}}{18,0 \text{ g.mol}^{-1}} = 0,100 \text{ mol } H_2O \text{ (há } 0,200 \text{ mol de H)}$$

**3º passo:** Determinação da fórmula mínima.

Como foi queimado 1 g do hidrocarboneto, temos nessa massa 0,0666 mol de C e 0,200 mol de H.

Assim:

$$C_{0,0666}H_{0,2} \xrightarrow[\text{por } 0,0666]{\text{dividindo}} C_1H_3$$

Logo, a fórmula mínima é  $CH_3$ .

## EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM

**01.** (Unimontes-MG) O gás hilariante é um composto formado por nitrogênio (N) e oxigênio (O), na proporção aproximada de 2,0 g de nitrogênio para cada 1,0 g de oxigênio. As alternativas a seguir se referem às composições de vários compostos formados por nitrogênio e oxigênio. A que constitui a composição do gás hilariante está representada na alternativa:

- A) 9,8 g de N e 4,9 g de O.  
B) 4,6 g de N e 7,3 g de O.  
C) 6,4 g de N e 7,3 g de O.  
D) 14,5 g de N e 40,9 g de O.

**02.** (UEG-GO–2019) O composto conhecido como glicol possui uma composição centesimal de 39% de carbono, 51% de oxigênio e 10% de hidrogênio. Dentre as opções a seguir, identifique aquela que pode ser considerada a fórmula mínima do glicol.

**Dados:**  $MM(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$ ,  $MM(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$  e  $MM(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$

- A)  $CH_4O$   
B)  $CH_6O_2$   
C)  $CH_3O$   
D)  $C_2H_4O_3$   
E)  $C_3H_5O_2$

**03.** (UEL-PR) O rompimento da barragem da Samarco em novembro de 2015 em Mariana (MG) é um dos maiores desastres do século XXI, considerando o volume de rejeitos despejados no meio ambiente. Pesquisadores apontam que o resíduo sólido da barragem é constituído por goethita 60%, hematita (óxido de ferro) 23%, quartzo ( $SiO_2$ ) 11,0%, caulinita  $Al_2Si_2O_5(OH)_4$  5,9% e alguns metais, tais como bário, chumbo, cromo, manganês, sódio, cádmio, mercúrio e arsênio.

Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-01/desastre-em-mariana-e-o-maior-acidentemundial-com-barragens-em-100-anos>.

Acesso em: 26 abr. 2017 (Adaptação).

**Dados:** Massas atômicas: Fe = 56 u; O = 16 u; Si = 28 u; Al = 27 u; H = 1 u.

Sendo a hematita composta por 70% de ferro, assinale a alternativa que apresenta, corretamente, sua fórmula molecular.

- A)  $FeO$   
B)  $Fe_3O_4$   
C)  $Fe_2O_3$   
D)  $Fe_2O_4$   
E)  $Fe_3O_2$

**04.** (UEA-AM-2021) Presente na corrente sanguínea, a glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ) é um carboidrato do grupo dos monossacarídeos e sua função principal é fornecer energia aos seres vivos.

A porcentagem, em massa, de carbono presente na molécula da glicose e a sua fórmula mínima são

**Dados:** C = 12, H = 1 e O = 16

- A) 40% e  $CH_2O$ .                      D) 12% e CHO.  
 B) 12% e  $CH_2O$ .                      E) 72% e  $CH_2O$   
 C) 40% e CHO.

**05.** (UFTM-MG) Uma amostra de 4,5 g de um composto orgânico que contém apenas C, H e O como constituintes foi queimada completamente com gás oxigênio em excesso e, como resultado, foram obtidos 6,6 g de  $CO_2$  e 2,7 g de  $H_2O$ . Com esses dados, pode-se concluir que a fórmula empírica desse composto é

**Dados:** Massas molares ( $g \cdot mol^{-1}$ ): H = 1,0, C = 12,0 e O = 16,0.

- A)  $C_2H_4O$ .                                      D)  $C_4H_2O_5$ .  
 B)  $CH_2O$ .                                      E)  $C_6H_3O_8$ .  
 C)  $C_2H_6O$ .

**06.** (UFRGS-RS) O aspartame, cuja fórmula molecular é  $C_{14}H_{18}N_2O_5$ , é um dos adoçantes artificiais mais usados no mundo. A composição ponderal (percentuais em massa) de carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio é, respectivamente,

- A) 14%, 18%, 2%, 5%.  
 B) 57,1%, 6,1%, 9,5%, 27,2%.  
 C) 60,1%, 5,4%, 8,2%, 26,3%.  
 D) 65,5%, 4,2%, 6,3%, 29%.  
 E) 70,4%, 5,3%, 8,5%, 5,8%.

**07.** (UECE) A fórmula empírica de um composto orgânico derivado de alcano, usado como propelente e herbicida, que apresenta em massa a seguinte composição: 23,8% de C; 5,9% de H e 70,3% de Cl é

**Dados:** C = 12; H = 1; Cl = 35,5.

- A)  $CH_2Cl_2$ .                                      C)  $C_2H_5Cl$ .  
 B)  $CHCl_3$ .                                      D)  $CH_3Cl$ .

**08.** (UEG-GO) Determinado óxido de urânio é a base para geração de energia através de reatores nucleares e sua amostra pura é composta por 24,64 g de urânio e 3,36 g de oxigênio. Considerando-se essas informações, a fórmula mínima desse composto deve ser

**Dados:** MA(O) = 16 g/mol; MA(U) = 238 g/mol.

- A) UO.    D)  $U_2O$ .  
 B)  $UO_2$ .    E)  $U_2O_5$ .  
 C)  $U_2O_3$ .

## EXERCÍCIOS PROPOSTOS



**01.** (PUC Rio-2019) O iodeto de potássio (KI) é um sólido branco que pode ser utilizado na formulação de xaropes mucolíticos e expectorantes.

**Dados:** M(K) = 39  $g \cdot mol^{-1}$

M(I) = 127  $g \cdot mol^{-1}$

A porcentagem, em massa, de iodo na unidade formal de iodeto de potássio é

- A) 23,5%.  
 B) 40,0%.  
 C) 50,0%.  
 D) 76,5%.  
 E) 82,5%.

**02.** (UFRGS-RS-2020) O ácido cítrico, presente em quase todos os seres vivos, é um ácido fraco, encontrado em grande quantidade nas chamadas frutas cítricas.

Sabe-se que sua massa molar é 192  $g \cdot mol^{-1}$  e que a sua composição percentual em massa é de 37,5% de carbono, 58,3% de oxigênio e o restante de hidrogênio. Sua fórmula molecular é, portanto,

- A)  $C_5H_5O_7$ .                                      D)  $C_6H_8O_8$ .  
 B)  $C_5H_6O_7$ .                                      E)  $C_7H_{12}O_6$ .  
 C)  $C_6H_5O_7$ .

**03.** (UFT-TO) O ácido ascórbico ( $C_6H_8O_6$ ), também conhecido como vitamina C, é uma substância importante para o organismo humano, pois atua como um bom antioxidante e um composto que pode proteger outras espécies químicas de possíveis oxidações devido ao seu próprio sacrifício.

FLORUCCI, A. R. et al. *Química Nova na Escola*. 2003. p. 3.

**Dados:** Massas molares (g/mol): C = 12,00; H = 1,00; O = 16,00.

Os percentuais, em massa, de carbono e oxigênio no ácido ascórbico são, respectivamente,

- A) 36,50% e 50,54%.                      D) 25,10% e 33,80%.  
 B) 40,90% e 54,54%.                      E) 75,00% e 25,00%.  
 C) 30,25% e 35,75%.

**04.** (PUC-Campinas-SP) A análise de uma substância desconhecida revelou a seguinte composição centesimal: 62,1% de carbono, 10,3% de hidrogênio e 27,5% de oxigênio. Pela determinação experimental de sua massa molar obteve-se o valor 58,0 g/mol.

É correto concluir que se trata de um composto orgânico de fórmula molecular

- A)  $C_3H_6O$ .                                      D)  $C_2H_2O_2$ .  
 B)  $C_3H_6O_2$ .                                      E)  $C_2H_4O_2$ .  
 C)  $CH_6O_2$ .

**05.** (UNIVAG) No início dos anos 1980, cerâmicas de hidroxiapatita,  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , foram consideradas os materiais por excelência para a remodelação e reconstrução de defeitos ósseos.

O teor de fósforo, em massa, na hidroxiapatita é próximo de

- A) 37,2%.
- B) 18,5%.
- C) 20,2%.
- D) 6,05%.
- E) 31,0%.

**06.** (UECE) São conhecidos alguns milhares de hidrocarbonetos. As diferentes características físicas são uma consequência das diferentes composições moleculares. São de grande importância econômica, porque constituem a maioria dos combustíveis minerais e biocombustíveis. A análise de uma amostra cuidadosamente purificada de determinado hidrocarboneto mostra que ele contém 88,9% em peso de carbono e 11,1% em peso de hidrogênio. Sua fórmula mínima é

- A)  $\text{C}_3\text{H}_4$ .
- B)  $\text{C}_2\text{H}_5$ .
- C)  $\text{C}_2\text{H}_3$ .
- D)  $\text{C}_3\text{H}_7$ .

**07.** (FMJ-SP) Dioxinas são substâncias altamente tóxicas formadas como subprodutos em diversos processos industriais. Quando um mol de uma determinada dioxina, constituída apenas por carbono, oxigênio e hidrogênio, é queimado com excesso de oxigênio, formam-se 2 mol de água e 4 mol de  $\text{CO}_2$ . Nessa dioxina, a massa de oxigênio corresponde a oito vezes a massa de hidrogênio na molécula. Sua fórmula mínima é

- A) CHO.
- B)  $\text{CHO}_2$ .
- C)  $\text{CHO}_4$ .
- D)  $\text{C}_2\text{HO}$ .
- E)  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}$ .

**08.** (FGV-SP) Um certo polímero é produzido a partir de um monômero, que é um hidrocarboneto que contém somente uma insaturação. A análise elementar por combustão completa de 0,5 mol de moléculas desse hidrocarboneto resultou em 1,5 mol de moléculas de  $\text{CO}_2$ . A massa molar, em  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , desse monômero é

- A) 28.
- B) 42.
- C) 44.
- D) 56.
- E) 58.

**09.** (FCM-PB) A análise de 37,0 g de uma substância desconhecida mostrou que, quando decomposta completamente, apresentava 18,0 g de carbono, 3,0 g de hidrogênio e 16,0 g de oxigênio. Sabendo que sua massa molecular é 148 u e que esses elementos são os únicos em sua constituição, qual a sua fórmula molecular?

- A)  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$
- B)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_4$
- C)  $\text{C}_7\text{H}_{16}\text{O}_3$
- D)  $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_5$
- E)  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4$

**10.** (FGV-SP) O espinélio de magnésio e alumínio é um material que apresenta uma combinação de propriedades de grande interesse tecnológico. Em uma das etapas para a produção desse material,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  e  $\text{Al}(\text{OH})_3$  são combinados na proporção molar 1 : 2, respectivamente. Na fórmula unitária do espinélio  $\text{AB}_2\text{O}_x$ , a proporção dos íons magnésio e alumínio é a mesma da mistura reacional. O número de átomos de oxigênio no espinélio de magnésio e alumínio  $\text{AB}_2\text{O}_x$  é igual a

- A) 1.
- B) 2.
- C) 3.
- D) 4.
- E) 5.

**11.** (Unioeste-PR) Uma molécula cuja massa molar é 74 g/mol possui a seguinte composição centesimal:

C 64,9%, H 13,5% e O 21,6%.

Das fórmulas moleculares mostradas a seguir, aquela que se enquadra nessa análise é:

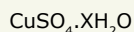
- A)  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$
- B)  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$
- C)  $\text{C}_5\text{H}_2\text{O}$
- D)  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$
- E)  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_3$

**12.** (Mackenzie-SP) O ácido acetilsalicílico é um medicamento muito comum e muito utilizado em todo o mundo possuindo massa molar de  $180 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Sabendo que a sua composição centesimal é igual a 60% de carbono, 35,55% de oxigênio e 4,45% de hidrogênio, é correto afirmar que a sua fórmula molecular é:

**Dados:** Massas molares ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ): H = 1, C = 12 e O = 16.

- A)  $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$
- B)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_4$
- C)  $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_3$
- D)  $\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_2$
- E)  $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}$

- 13.** (UERJ) A proporção de moléculas de água presentes na forma hidratada de um sal pode ser representada da seguinte forma, na qual X corresponde ao número de mols de água por mol desse sal:



Uma amostra de 4,99 g desse sal hidratado foi aquecida até que toda a água nela contida evaporou, obtendo-se uma massa de 3,19 g de sulfato de cobre II. O número de mols de água por mol de sulfato de cobre II na composição do sal hidratado equivale a

- A) 2.  
B) 5.  
C) 10.  
D) 20.

## SEÇÃO ENEM

- 01.** John Dalton, a partir da Lei das Proporções múltiplas e de dados das análises de Lavoisier para a água (85% de oxigênio e 15% de hidrogênio em massa) e da análise de Austin para a amônia (80% de nitrogênio e 20% de hidrogênio em massa), construiu uma tabela de massas atômicas.

Como o hidrogênio, nas reações em que estava presente, participava sempre com uma proporção em massa menor do que os outros elementos, ele foi assumido por Dalton como sendo o padrão, sendo a ele conferida uma massa atômica igual a 1.

VIANA, Hélio E. B; PORTO, Paulo A. A elaboração da Teoria Atômica. *Revista Química Nova na Escola* – cadernos temáticos, n. 7, dez. 2007. [Fragmento]

Representação	Água	Amônia
1ª		
2ª		
3ª		

Representação dos "átomos compostos" de água, amônia e de outras partículas que poderiam ser formadas, obedecendo à lei das proporções múltiplas.

Considerando uma das representações anteriores, Dalton obteve as massas atômicas relativas dos átomos de oxigênio e nitrogênio iguais a 5,66 e 4, respectivamente. As representações utilizadas por Dalton para os átomos compostos de água e de amônia que permitiram a confirmação desses dados foram, respectivamente:

- A) e   
B) e   
C) e   
D) e   
E) e

## SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



### GABARITO

Meu aproveitamento

#### Aprendizagem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

01. A  
 02. C  
 03. C  
 04. A  
 05. B  
 06. B  
 07. D  
 08. B

#### Propostos

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

01. D  
 02. C  
 03. B  
 04. A  
 05. B  
 06. C  
 07. E  
 08. B  
 09. B  
 10. D  
 11. A  
 12. A  
 13. B

#### Seção Enem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

01. B



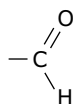
Total dos meus acertos: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ %

## Aldeídos e Cetonas

Aldeídos e cetonas são estruturalmente semelhantes, uma vez que ambos são compostos carbonílicos, isto é, apresentam a carbonila (C=O) como grupo funcional. A diferença é que os aldeídos possuem um átomo de hidrogênio e um grupo alquil ou aril ligados ao carbono da carbonila, ao passo que as cetonas possuem dois grupos alquil ou aril ligados à carbonila. O aldeído mais simples, denominado formaldeído, apresenta dois átomos de hidrogênio ligados à carbonila.

### ALDEÍDOS

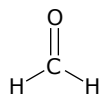
Compostos que possuem como grupo funcional a carbonila (C=O) em um carbono primário, ou seja, ligada a pelo menos um átomo de hidrogênio. Esse grupo funcional é denominado aldoxila ou aldo-carbonila.



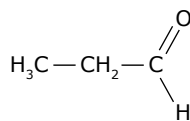
### Nomenclatura IUPAC

A nomenclatura de um aldeído é idêntica à de um hidrocarboneto; apenas deveremos substituir a terminação **-o** do hidrocarboneto pela terminação **-al**. Para numerarmos a cadeia principal de um aldeído, devemos começar pelo carbono da carbonila.

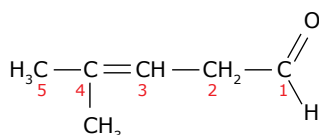
#### Exemplos:



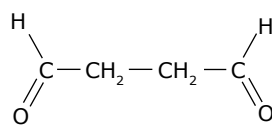
Metanal ou formaldeído



Propanal



4-metilpent-3-enal

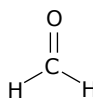


Butanodial

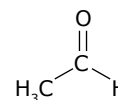
### Nomenclatura usual

Alguns aldeídos podem ser nomeados empregando-se a palavra **aldeído** precedida pela seguinte combinação: prefixo + infixo + sufixo **-oico**.

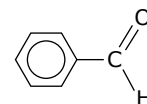
#### Exemplos:



Aldeído metanoico  
ou aldeído fórmico



Aldeído etanoico  
ou aldeído acético



Aldeído benzoico  
ou benzaldeído

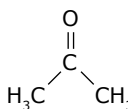
### CETONAS

Compostos que possuem como grupo funcional a carbonila (C=O) em um carbono secundário, ou seja, ligada a dois átomos de carbono. Esse grupo funcional é também denominado ceto-carbonila.

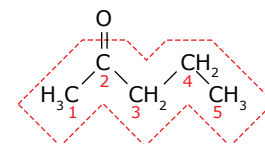
### Nomenclatura IUPAC

A nomenclatura de uma cetona é idêntica à de um hidrocarboneto; apenas devemos substituir a terminação **-o** do hidrocarboneto pela terminação **-ona**. Deve-se numerar a cadeia principal de uma cetona, com 5 ou mais carbonos, começando-se pela extremidade mais próxima do carbono da carbonila. No caso de dicetonas, tricetonas, etc., devemos apenas acrescentar a terminação **-diona**, **-triona**, etc. ao nome do hidrocarboneto com o mesmo número de carbonos.

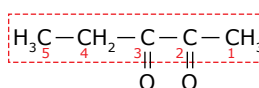
#### Exemplos:



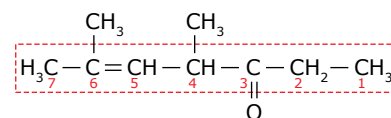
Propanona ou acetona



Pentan-2-ona



Pentan-2,3-diona



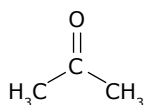
4,6-dimetilept-5-en-3-ona



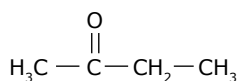
## Nomenclatura usual

Citam-se os nomes, em ordem alfabética ou de complexidade, dos radicais ligados à carbonila e, em seguida, adiciona-se o termo **cetona**.

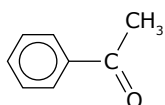
### Exemplos:



Dimetilcetona



Etilmetilcetona



Metilfenilcetona  
ou acetofenona

Nas cetonas, o carbono vizinho à carbonila é denominado carbono  $\alpha$ , o vizinho a esse, carbono  $\beta$ , que, por sua vez, tem como vizinho o carbono  $\gamma$ , e assim sucessivamente (seguindo o alfabeto grego).

## PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DE ALDEÍDOS E CETONAS



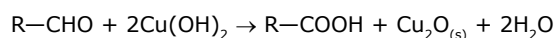
Aldeídos e cetonas são semelhantes em suas propriedades físicas, mas diferentes em muitas propriedades químicas. A carbonila é um grupo funcional bastante polar, no entanto, as moléculas de aldeídos e cetonas não realizam ligações de hidrogênio entre si. Em vez disso, realizam, principalmente, interações dipolo-dipolo. Entretanto, os aldeídos e as cetonas podem fazer ligações de hidrogênio com outras moléculas em que há hidrogênio com núcleo exposto, como a água ou o etanol. Aldeídos e cetonas, em geral, possuem pontos de ebulição menores que os de álcoois homólogos e maiores que os de éteres com o mesmo número de carbonos na cadeia. Observa-se uma solubilidade em água considerável para alguns compostos carbonílicos, especialmente os de cadeia curta.

Aldeídos são bons redutores. Isso quer dizer que têm grande facilidade em sofrer oxidação, que pode ser pelo oxigênio atmosférico ou mesmo por oxidantes fracos, como o reativo de Fehling ou o reativo de Tollens (formação do espelho de prata). As cetonas dificilmente reagem nessas condições.

## Reativo de Fehling

O reativo de Fehling corresponde a uma solução aquosa de  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  em  $\text{NaOH}$  e tartarato de sódio e potássio. Contudo, a espécie química oxidante é o  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ .

O teste é positivo quando adicionamos o reativo de Fehling a uma amostra e ocorre a precipitação de um sólido vermelho, o  $\text{Cu}_2\text{O}$ . A equação genérica que representa esse fenômeno é a seguinte:

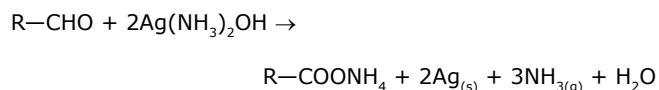


Todas as cetonas apresentam teste de Fehling negativo.

## Reativo de Tollens

O reativo de Tollens corresponde a uma solução amoniacal de  $\text{AgNO}_3$ . Ao dissolvermos o nitrato de prata em amônia, há a formação da espécie química oxidante  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$ .

O teste é positivo quando adicionamos o reativo de Tollens a uma amostra e ocorre a formação de prata metálica, que adere à parede do recipiente que contém a amostra, formando um espelho de prata e liberando amônia. A equação genérica que representa esse fenômeno é a seguinte:



Todas as cetonas apresentam teste de Tollens negativo.

## APLICAÇÕES DOS ALDEÍDOS E DAS CETONAS



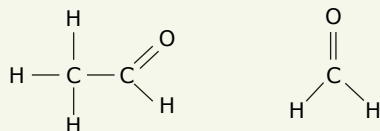
Alguns aldeídos são utilizados como desinfetantes, como matéria-prima na produção de medicamentos e na produção de plásticos, corantes e perfumes.

Já as cetonas são utilizadas na preparação da seda, na produção de medicamentos e, ainda, como solventes.

## EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



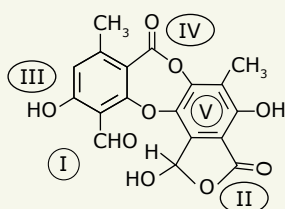
01. (PUC-Campinas-SP) A seguir estão representadas duas fórmulas de poluentes encontrados no ar, provenientes de automóveis que utilizam etanol como combustível.



Ambas as substâncias apresentam a função orgânica

- A) álcool. D) ácido carboxílico.  
B) cetona. E) éter.  
C) aldeído.
02. (PUC-Campinas-SP) Uma nova espécie de líquen – resultante da simbiose de um fungo e algas verdes – foi encontrado no litoral paulista. [...] O fungo *Pyxine jolyana* foi descrito na revista *Mycotaxon*. [...] uma das principais características desse fungo é a presença de ácido norstictico no talo do líquen. Tal ácido é uma substância rara em espécies desse gênero na América do Sul.

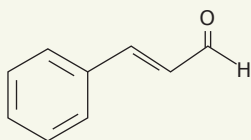
REVISTA QUANTA. p. 15, nov. / dez. 2011.



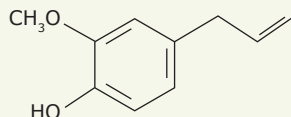
Ácido norstictico

A função aldeído está representada pelo grupo

- A) I. C) III. E) V.  
B) II. D) IV.
03. (UEPG-PR) Baseado nas estruturas das moléculas a seguir, responsáveis pelas fragrâncias da canela e do cravo-da-índia, respectivamente, assinale o que for correto.



I) Cinalaldeído

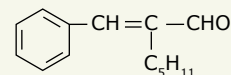


II) Eugenol

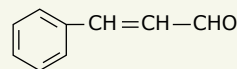
01. Ambas possuem um grupamento fenil.  
02. Ambas possuem um grupamento aldeído.  
04. Somente o eugenol possui um grupamento álcool.  
08. Somente o cinalaldeído possui carbono terciário.  
16. Somente o eugenol possui um grupo éter metílico.  
Soma ( )



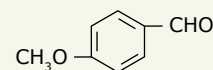
04. (Unemat-MT) As fragrâncias características dos perfumes são obtidas a partir de óleos essenciais. Observe as estruturas químicas de três substâncias comumente empregadas na produção de perfumes.



Fragrância de jasmim



Fragrância de canela



Fragrância de espinheiro-branco

O grupo funcional comum às três substâncias corresponde à seguinte função orgânica:

- A) Éter.  
B) Álcool.  
C) Cetona.  
D) Aldeído.  
E) Acetona.



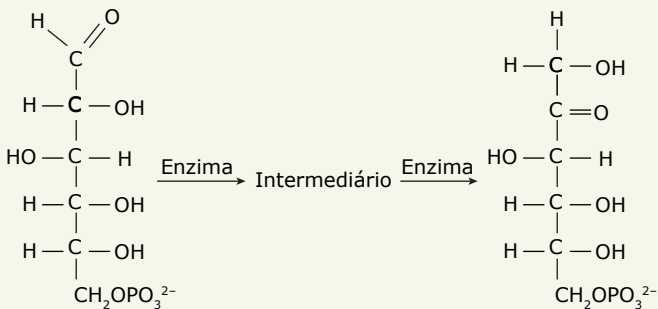
05. (PUC-Campinas-SP) Uma análise recente dos compostos orgânicos voláteis do suor de 200 voluntários austríacos demonstrou que dessa mistura de quase 5 000 ácidos, álcoois, cetonas e aldeídos, 44 deles variam o suficiente para produzir um perfil químico capaz de ser lido da mesma forma que uma digital. [...] os compostos podem influenciar a maneira como identificamos uns aos outros. Não há ainda como capturar o cheiro total de um indivíduo e usar os dados para identificá-lo, mas há rumores de que o governo dos EUA está interessado numa tecnologia do tipo [...].

GALILEU. p. 70, set. 2012.

São representantes do grupo dos álcoois e das cetonas, respectivamente,

- A) e
- B) e
- C) e
- D) e
- E) e

**06.** (UFG-GO) No início da glicólise, a glicose na forma cíclica é fosforilada. A seguir, uma enzima promove a abertura do anel e uma transformação de grupo funcional, seguida de fechamento de anel, produzindo a frutose-6-fosfato. A sequência de transformação dos grupos funcionais está apresentada a seguir.



Glicose-6-fosfato

Frutose-6-fosfato

Nesse sentido, conclui-se que a transformação de um dos grupos funcionais envolve a conversão de

- A) um álcool em éter.
- B) um álcool em cetona.
- C) um aldeído em éter.
- D) um aldeído em cetona.
- E) uma cetona em éter.

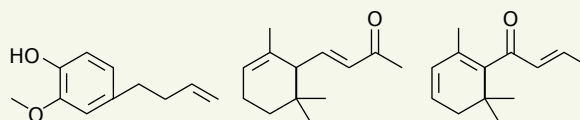
**07.** (UEPG-PR) Sobre os compostos presentes no quadro abaixo, assinale o que for correto.

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ (\text{CH}_3)_2\text{CHCHCH}_2\text{CO}_2\text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CHO} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
$\text{CH}_3\text{COOAr}$	$\text{CH}_3\text{C} \equiv \text{CCH}_2\text{CH}_3$
$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CH}_3\text{CCHCH}_2\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$

- 01. O composto classificado como hidrocarboneto denomina-se 2-pentino.
- 02. O composto classificado como ácido carboxílico denomina-se ácido 3-metil-butanoico.
- 04. O composto classificado como cetona denomina-se 3-metil-2-pentanona.
- 08. O composto classificado como éter denomina-se etanoato de butila.

Soma ( )

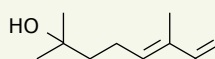
**08.** (UFRGS-RS) O aroma das flores é uma combinação de diversas substâncias orgânicas voláteis. Para cada flor, uma combinação específica de substâncias voláteis determina o aroma característico. A seguir, estão apresentadas algumas substâncias orgânicas presentes no aroma de algumas flores comuns.



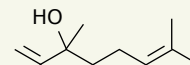
Eugenol (Cravos)

$\alpha$ -Lonona (Violetas)

$\beta$ -Damascenona (Rosas)



Ocimeno (Jacintos)



Linalol (Lírios)

Disponível em: <http://www.compoundchem.com>. Acesso em: 25 jul. 2017.

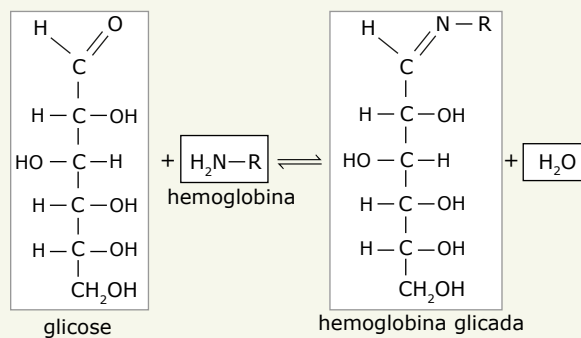
A função cetona está presente nas substâncias que compõem o aroma de:

- A) Cravos apenas.
- B) Jacintos e lírios.
- C) Violetas e rosas.
- D) Rosas e lírios.
- E) Cravos, jacintos, lírios, violetas e rosas.

## EXERCÍCIOS PROPOSTOS



**01.** (UERJ-2020) A hemoglobina glicada é um parâmetro de análise sanguínea que expressa a quantidade de glicose ligada às moléculas de hemoglobina. Essa ligação ocorre por meio da reação representada a seguir:



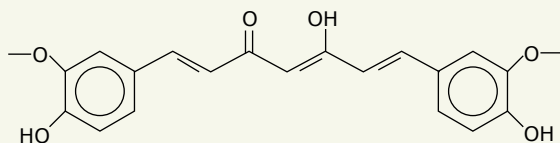
O grupamento funcional da molécula de glicose que reage com a hemoglobina corresponde à função orgânica denominada

- A) amina
- B) álcool
- C) cetona
- D) aldeído

02. YEMV



(FEPECS-DF) Analise a fórmula estrutural da curcumina, descrita a seguir:

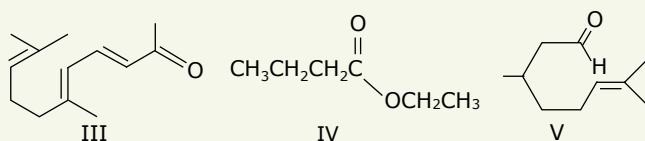
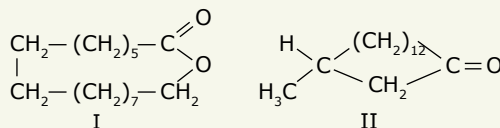


Essa substância é um pigmento natural, componente ativo do açafrão da Índia, utilizado na produção de caril em pó. A curcumina possui propriedades anti-inflamatórias, é boa para o fígado e atua na cura do câncer de esôfago.

Entre as funções orgânicas presentes na estrutura da curcumina estão

- A) fenol, éter e aldeído.
- B) fenol, éter e cetona.
- C) álcool, éster e aldeído.
- D) álcool, éster e ácido carboxílico.
- E) ácido carboxílico, cetona e éster.

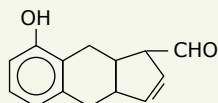
03. (UFMG) Cetonas macrocíclicas são usadas em perfumes porque possuem intenso cheiro de almíscar e retardam a evaporação de constituintes mais voláteis.



A identificação certa das estruturas de substâncias com cheiro de almíscar é

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

04. (CMMG) Observe a estrutura de uma substância orgânica:



Analisando a estrutura apresentada, é falso afirmar que o composto

- A) contém cinco insaturações presentes.
- B) possui fórmula mínima igual a  $(C_7H_7O)_n$ .
- C) apresenta apenas dois anéis insaturados.
- D) exibe grupos carbonila e hidroxila fenólica.

05. (UECE) Existe um produto comercial denominado de Thinner, usado pelos pintores para a diluição das tintas à base de óleo, que é constituído de uma mistura de alcoóis, ésteres, cetonas e hidrocarbonetos aromáticos. Com relação a essa informação, pode-se afirmar corretamente que

- A) o Thinner é solúvel na água.
- B) a substância:  $C_2H_5-O-C_2H_5$  pode ser um componente dessa mistura.
- C) uma substância contendo o grupo funcional  $\begin{matrix} \diagup \\ C=O \\ \diagdown \end{matrix}$  pode ser componente da mistura.
- D) o hidroxibenzeno, por se tratar de um hidrocarboneto aromático, pode ser componente da mistura.

06. (UFRN) A química está presente no cotidiano, como se pode ver na tirinha a seguir:



Disponível em: [www.quimicanovae.wordpress.com](http://www.quimicanovae.wordpress.com). Acesso em: 4 ago. 2011.

A fórmula química da substância propanona (acetona), desconhecida pela garota, é:

- A)  $CH_3-C(=O)-CH_3$
- B)  $CH_3-CH_2-C(=O)OH$
- C)  $CH_3-CH(OH)-CH_3$
- D)  $CH_3-CH_2-C(=O)H$

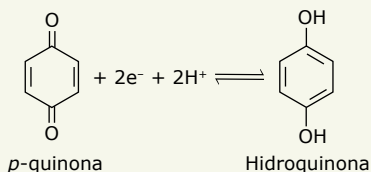
07.

6EOR



(Mackenzie-SP) A hidroquinona é o ingrediente ativo mais prescrito pelos médicos dermatologistas para tratar manchas na pele. Essa substância age diretamente nos melanócitos, dificultando a reação química de formação da melanina (responsável pela pigmentação da pele), ao mesmo tempo em que degrada as bolsas que armazenam a melanina dentro das células. O seu efeito é lento, mas bastante eficiente.

A equação química a seguir mostra a conversão da *p*-quinona em hidroquinona.

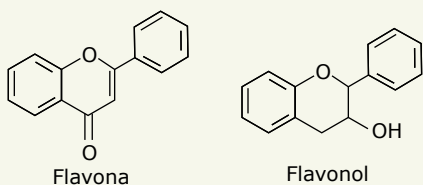


A partir das informações dadas, e analisando as moléculas orgânicas anteriores, é incorreto afirmar que

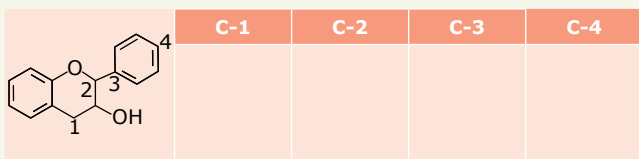
- A) a hidroquinona também recebe a denominação de 1,4-dihidroxibenzeno.
- B) a *p*-quinona por um processo de redução converte-se na hidroquinona.
- C) a hidroquinona é capaz de formar ligações de hidrogênio intermoleculares.
- D) a *p*-quinona pertence ao grupo funcional cetona e a hidroquinona é um álcool.
- E) a hidroquinona apresenta característica ácida em solução aquosa.

**08.** (UFJF-MG) Os flavonóides são compostos bioativos encontrados em hortaliças, frutas, cereais, chás, café, cacau, vinho e suco de frutas e são responsáveis pelas pigmentações amarela, vermelha e violeta de diversas flores. Um dos benefícios do consumo de frutas e outros vegetais é geralmente atribuído aos flavonóides, uma vez que esta classe de substâncias apresenta diversos efeitos biológicos que incluem, entre outros: ação anti-inflamatória, anticâncer e antioxidante. Dentre os flavonóides, pode-se citar a flavona e flavonol, cujas estruturas estão representadas a seguir.

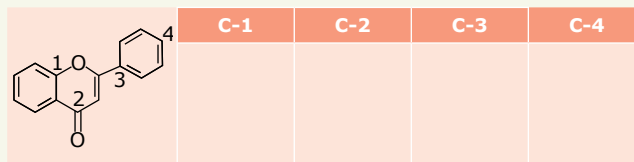
Com base nas estruturas dos compostos, responda:



- A) Qual é a função orgânica oxigenada que está presente exclusivamente na estrutura da flavona e do flavonol, respectivamente?
- B) Qual é a hibridização dos átomos de carbono numerados de 1 a 4 na molécula da flavonol?



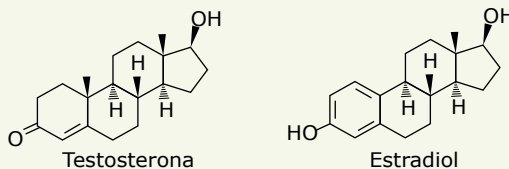
- C) Classifique os átomos de carbono numerados de 1 a 4 em primário, secundário, terciário ou quaternário na molécula da flavona.



- D) Escreva a fórmula molecular do flavonol.



**09.** (PUC Rio) O colesterol dá origem à testosterona, um hormônio ligado ao desenvolvimento sexual, e ao estradiol, que regula as funções sexuais (ver figuras).



Sobre essas substâncias, é correto afirmar que

- A) o estradiol e a testosterona não possuem carbono assimétrico.
- B) a testosterona é uma substância aromática.
- C) ambas as substâncias possuem carbonos com hibridização sp.
- D) em ambas as substâncias, pode-se identificar duplas-ligações conjugadas.
- E) as duas substâncias possuem grupo carbonila.

**10.** (Unisinos-RS)

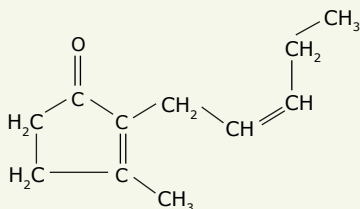
**O mercado de beleza em 2015: crescimento e investimento das empresas**

O cuidado com o corpo tem conquistado mais adeptos entre mulheres e homens; hoje, a lista de produtos de beleza que são indispensáveis está bem mais ampla. O setor de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos cada vez mais se consolida dentro da economia brasileira, e seu papel é fundamental nos aspectos econômicos, financeiros, sociais e também na contribuição em iniciativas sustentáveis.

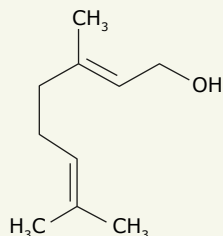
Disponível em: <http://www.hairbrasil.com>. Acesso em: 4 out. 2015 (Adaptação).

A palavra "perfume" vem do latim *per*, que significa "origem de", e *fumare*, que é "fumaça". Isso porque seu uso originou-se, provavelmente, em atos religiosos, em que os deuses eram homenageados pelos seus adoradores por meio de folhas, madeiras e materiais de origem animal, que, ao serem queimados, liberavam uma fumaça com cheiro doce, como o incenso. Os perfumes são formados, principalmente, por uma fragrância, que é a essência ou óleo essencial; por etanol, que atua como solvente; e por um fixador. As estruturas de algumas essências usadas em perfumes estão representadas a seguir.

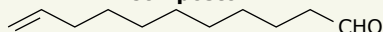
Composto I



Composto II



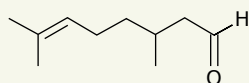
Composto III



Leia as proposições seguintes, referentes às estruturas anteriores.

- I. O grupo carbonila presente no composto I pertence a uma cetona, enquanto, no composto II, pertence a um aldeído.
  - II. A nomenclatura oficial do composto II é 3,7-dimetil-oct-2,6-dien-1-ol, e sua fórmula molecular é  $C_{10}H_{18}O$ .
  - III. A nomenclatura oficial do composto III é 10-undecanal.
- Sobre as proposições, pode-se afirmar que
- A) apenas I está correta.
  - B) apenas II está correta.
  - C) apenas I e II estão corretas.
  - D) apenas II e III estão corretas.
  - E) I, II e III estão corretas.

- 11.** (UEM-PR) O citronelal é um dos principais constituintes do óleo de citronela e possui propriedades repelentes contra insetos. Sobre o citronelal, assinale o que for correto.



citroneal

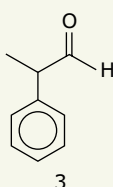
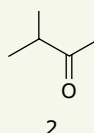
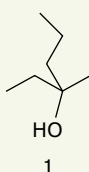
01. Possui apenas 2 elétrons  $\pi$ .
02. É um composto alifático de cadeia carbônica ramificada.
04. Apresenta cadeia carbônica insaturada e homogênea.
08. Apresenta um grupo funcional aldeído.
16. Também pode ser denominado de 3,7-dimetil-oct-6-enal.

Soma ( )

**12.**  
6 AGO



(UFVJM-MG) Observe estas estruturas.



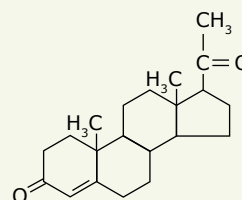
Assinale a alternativa que representa a nomenclatura correta para os compostos 1, 2 e 3, respectivamente.

- A) 2-etilpentan-2-ol, 2-metilbutan-3-ona, ácido 2-fenilpropílico
  - B) 3-metilexan-3-ol, 3-metilbutan-2-ona, 2-fenilpropanal
  - C) 2-propilbutan-2-ol, 2-metilbuten-3-ona, 2-fenilpropanol
  - D) 3-propilbutan-3-ol, 3-metilbutan-3-ona, 2-fenil-2-metiletanal
- 13.** (CMMG) A análise elementar de uma substância mostrou a presença de 64,28% de carbono e 7,14% de hidrogênio, bem como a ausência de halogênio, nitrogênio e enxofre. Seu peso molecular foi de 56. Não foi feito teste para oxigênio de modo que esse pode ou não estar presente. Usando essas informações, calcule:
- A) A fórmula empírica ou mínima.
  - B) Sua fórmula molecular.
  - C) Forneça cinco fórmulas estruturais que se adaptam à fórmula molecular encontrada, bem como suas funções orgânicas respectivas.

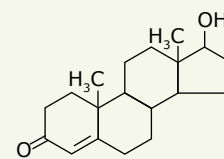
## SEÇÃO ENEM

- 01.** [...] A mulher também necessita da testosterona, mas a produz em níveis bem mais baixos nos ovários e nas glândulas suprarrenais. É uma quantidade quase insignificante se comparada à masculina. Não ultrapassa 80 nanogramas. [...]

MARI, Juliana de; NUNOMURA, Eduardo. *Veja*, ano 33, n. 17, p. 118-120, 26 abr. 2000.



Progesterona



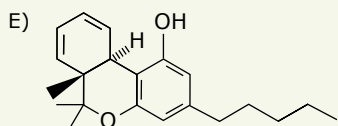
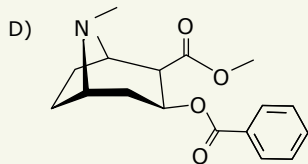
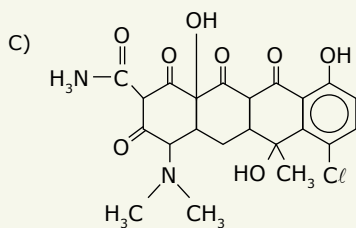
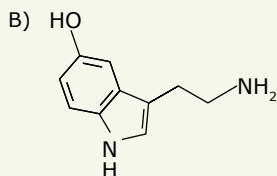
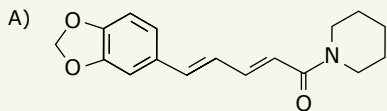
Testosterona

O principal hormônio feminino é a progesterona, enquanto a testosterona é o hormônio responsável pelas características masculinas. Nas estruturas dos hormônios sexuais feminino e masculino, identificam-se, respectivamente, grupos característicos das funções

- A) cetona e cetona.
- B) cetona e fenol-cetona.
- C) cetona e cetona-álcool.
- D) aldeído e cetona-álcool.
- E) aldeído e cetona-enol.

**02.** Piperina é a substância responsável pela ardência e aroma das sementes de pimenta-do-reino (*Piper nigrum*), uma planta trepadeira originária da Índia, largamente utilizada como especiaria no mundo todo há milênios. É uma substância que possui a função éter, anel benzênico e grupo carbonila.

Uma estrutura que poderia ser da piperina é:



## SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



### GABARITO

Meu aproveitamento

#### Aprendizagem

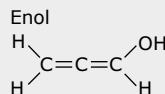
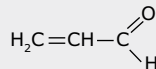
Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="radio"/> 01. C         | <input type="radio"/> 05. C         |
| <input type="radio"/> 02. A         | <input type="radio"/> 06. B         |
| <input type="radio"/> 03. Soma = 16 | <input type="radio"/> 07. Soma = 05 |
| <input type="radio"/> 04. D         | <input type="radio"/> 08. C         |

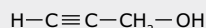
### Propostos

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. D
- 02. B
- 03. E
- 04. C
- 05. C
- 06. A
- 07. D
- 08.
  - A) Flavona - Cetona  
Flavonol - Álcool
  - B) C-1: sp3  
C-2: sp3  
C-3: sp2  
C-4: sp2
  - C) C-1: Secundário  
C-2: Secundário  
C-3: Terciário  
C-4: Secundário
  - D) C<sub>15</sub>H<sub>14</sub>O<sub>2</sub>
- 09. D
- 10. B
- 11. Soma = 30
- 12. B
- 13.
  - A) C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O
  - B) C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O
  - C) Aldeído insaturado



Álcool alifático insaturado



Cetona cíclica



Álcool alicíclico insaturado



### Seção Enem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. C
- 02. A



Total dos meus acertos: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ %



## Ligações Metálicas

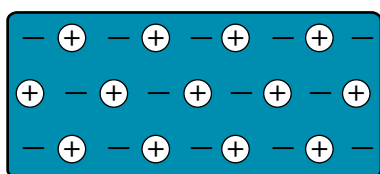
Os metais têm importante papel no desenvolvimento da civilização. As sociedades modernas contam com uma grande variedade de metais para a fabricação de ferramentas, máquinas e outros itens. Os químicos e outros cientistas têm encontrado utilização até para metais menos abundantes à medida que buscam materiais para atender às necessidades tecnológicas.

Um modelo de ligação metálica deve explicar a ligação entre um grande número de átomos idênticos em um metal puro e também a ligação entre átomos diferentes, como no caso de certas ligas metálicas. A teoria não pode se basear em ligações direcionais, pois muitas propriedades metálicas se conservam após a fusão. Além disso, a teoria deve explicar a grande condutividade elétrica dos metais.

### MODELO MAR DE ELÉTRONS



Pode-se imaginar um cristal metálico como um retículo formado por cátions metálicos no qual os elétrons de valência podem movimentar-se livremente nas três direções do cristal. Tal movimentação eletrônica pode ser comparada à movimentação das moléculas de um gás ou de um líquido. Dessa forma, uma maneira muito simples para descrever os metais é o modelo **gás de elétrons** ou **mar de elétrons**, em que os átomos metálicos perdem os seus elétrons de valência, já que possuem baixas energias de ionização. Contudo, tais elétrons permanecem confinados ao metal por meio de atração eletrostática com os cátions, o que justifica o fato de eles ficarem uniformemente distribuídos pela estrutura. Nenhum elétron individual está confinado a um cátion específico, por isso, os elétrons apresentam grande mobilidade. Isso também explica o caráter não direcional da ligação metálica.



Seção plana de um cristal metálico.

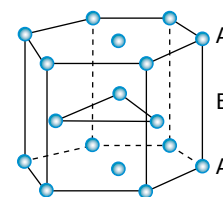
## PROPRIEDADES DOS METAIS



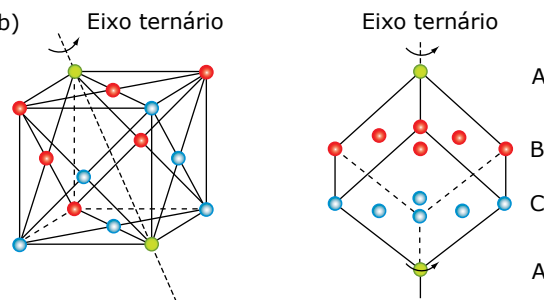
### Estado físico

Os metais são, em sua maioria, sólidos nas condições ambiente de temperatura e pressão. A rigidez dos metais pode ser associada ao fato de os cátions formarem um retículo cristalino. Os retículos cristalinos mais comuns nos metais são mostrados nas figuras a seguir.

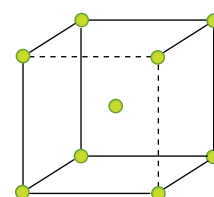
(a)



(b)



(c)



As três estruturas metálicas mais comuns. (a) Estrutura hexagonal de empacotamento compacto, na qual cada cátion é circundado por outros 12. (b) Estrutura cúbica de empacotamento compacto ou cúbica de face centrada, em que o número de coordenação também é 12. (c) Estrutura cúbica de corpo centrado mostrando os 8 vizinhos que circundam cada cátion. Nessas estruturas, podemos pensar nos elétrons se movimentando livremente nos interstícios da rede cristalina.

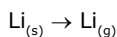
**OBSERVAÇÃO**

Uma exceção importante é o mercúrio (Hg), um metal que se apresenta no estado líquido nas condições normais.

**Pontos de fusão e de ebulição**

Os metais representativos costumam apresentar pontos de fusão e de ebulição que vão de médios a elevados. Nesses metais, a força de coesão entre os átomos é mantida exclusivamente pelo mar de elétrons e pode ser estimada pela entalpia de atomização dos metais.

**Exemplo:** Atomização do lítio



$$\Delta H_{\text{atomização}} = 162 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

A força de coesão nos metais representativos aumenta à medida que eles passam do grupo 1 para o grupo 2 e do grupo 2 para o grupo 13 da tabela periódica. Isso sugere que a força da ligação metálica está relacionada ao número de elétrons de valência, o que pode ser explicado facilmente pelo modelo mar de elétrons. Um metal com maior número de elétrons de valência forma maior número de elétrons semilivres e cátions de maior carga. Nesses casos, as ligações não direcionais entre o conjunto de cátions e o conjunto de elétrons são mais intensas.

Os metais de transição, por sua vez, contam com uma contribuição dos elétrons localizados em subníveis d. Tais elétrons possuem energia de ionização alta demais para ficarem deslocalizados. Esses átomos, então, disponibilizam seus elétrons de valência para a formação do mar de elétrons, e os elétrons desemparelhados, localizados em um subnível d mais interno, formam ligações covalentes. Isso explica por que os metais de transição possuem, normalmente, pontos de fusão e de ebulição mais elevados que os representativos.

**Condutividade elétrica e térmica**

Os metais apresentam boa condutividade elétrica e térmica. Quando uma diferença de potencial é aplicada em um metal, os elétrons, que antes se movimentavam desordenadamente no cristal, passam a fluir ordenadamente do polo negativo para o polo positivo. A alta condutividade térmica dos materiais metálicos também pode ser explicada pela mobilidade dos elétrons, pois essa mobilidade permite a rápida distribuição de energia cinética pelo sólido.

**Brilho**

A superfície polida de um metal funciona como espelho, isto é, reflete as radiações visíveis que incidem sobre elas sob qualquer ângulo. Isso se deve aos elétrons deslocalizados que absorvem a energia da luz e a emitem quando retornam ao estado fundamental.

Como a luz visível em todos os comprimentos de onda é absorvida e imediatamente reemitida, praticamente toda a luz incidente se reflete, conferindo o brilho ao metal.

**Solubilidade**

Os metais são insolúveis nos solventes moleculares comuns. O mercúrio (Hg) é um líquido que consegue dissolver a maioria dos metais, e os metais alcalinos se dissolvem em amônia líquida (NH<sub>3</sub>).

**Maleabilidade e ductibilidade**

Maleabilidade é a facilidade com que um material é transformado em lâminas delgadas, e ductibilidade é a facilidade com que um material se transforma em fios finos. Os metais são bastante maleáveis e dúcteis. Isso significa que, apesar de existir uma força de coesão intensa no retículo cristalino, eles não oferecem muita resistência à deformação de suas estruturas. Tal propriedade está relacionada ao fato de a ligação metálica não ter caráter direcional. Os cátions metálicos de um metal podem deslizar uns pelos outros sem prejuízo das forças atrativas, pois os elétrons estão distribuídos uniformemente e podem acompanhar as mudanças nas posições catiônicas. Os sólidos iônicos, covalentes ou moleculares, não exibem esse comportamento. Considere, por exemplo, a diferença entre deixar cair um cubo de gelo e um bloco de alumínio.



5Z6B

**Formação das ligações metálicas**

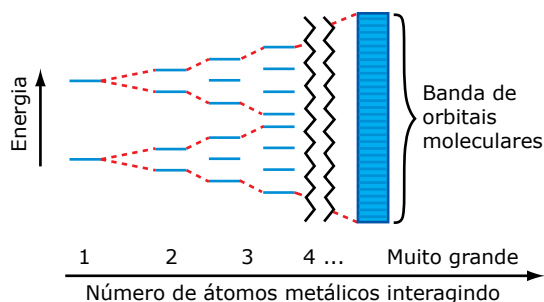
Assista ao vídeo "Formação das ligações metálicas". Com ele você visualizará como ocorre a formação da ligação entre metais e como os átomos de elementos metálicos se comportam na estrutura de um composto metálico. Boa atividade!

**TEORIA DAS BANDAS ELETRÔNICAS**

Em estruturas de moléculas como o benzeno, alguns elétrons estão deslocalizados ou distribuídos por vários átomos. A ligação metálica pode ser pensada de maneira similar. Os orbitais atômicos de um átomo metálico superpõem-se aos dos vários átomos vizinhos mais próximos, que, por sua vez, superpõem-se aos orbitais de vários outros átomos.

A superposição ou interpenetração de orbitais atômicos leva à formação de orbitais moleculares. O número de orbitais moleculares é igual ao número inicial de orbitais atômicos que se superpõem. Em um material metálico, o número de orbitais atômicos que interagem é muito grande, o que origina um número elevado de orbitais responsáveis pela ligação metálica. À medida que a superposição de orbitais atômicos ocorre, forma-se a combinação de orbitais ligantes e antiligantes. As energias desses orbitais localizam-se em intervalos pouco espaçados na faixa de energia entre os orbitais de mais alta e mais baixa energia. Consequentemente, a interação de todos os orbitais atômicos de valência de cada átomo metálico com todos os outros adjacentes origina um grande número de orbitais que se estendem por um monocristal metálico inteiro.

As diferenças de energia entre esses orbitais são tão minúsculas que, para efeitos práticos, podemos pensar no conjunto de orbitais como uma banda contínua de estados de energia permitidos, às quais chamamos de bandas eletrônicas ou bandas de energia. A figura a seguir esquematiza essa situação.



*Ilustração esquemática de como o número de orbitais moleculares aumenta e seus espaçamentos de energia diminuem à medida que o número de átomos que interagem aumenta. Nos metais, essas interações formam uma banda aproximadamente contínua de orbitais moleculares deslocalizados por toda a rede metálica. O número de elétrons disponível não preenche completamente esses orbitais.*

Os elétrons disponíveis para as ligações metálicas não preenchem completamente os orbitais disponíveis; pode-se pensar na banda eletrônica como um recipiente para elétrons parcialmente preenchido. O preenchimento incompleto das bandas eletrônicas dá origem às propriedades tipicamente metálicas.

Os elétrons nos orbitais próximos ao topo dos níveis ocupados necessitam de muito pouca energia para serem promovidos para orbitais de energia ainda mais alta, que estão desocupados. Sob influência de qualquer fonte de excitação, como um potencial elétrico aplicado ou absorção de energia térmica, os elétrons passam para níveis antes vagos e podem se mover livremente pela rede, dando origem à condutividade térmica e elétrica.

## LIGAS METÁLICAS

As ligas metálicas são formadas pela união de dois ou mais metais ou, ainda, pela união entre metais e ametais, considerando que, neste último caso, a porcentagem dos elementos metálicos é maior.

O preparo das ligas dá-se pela união de seus componentes no estado fundido que, posteriormente, esfriam e se solidificam, resultando em uma solução sólida.

Quando misturamos os componentes, conseguimos formar uma liga que possua determinadas propriedades que faltavam individualmente nos metais.

### Principais ligas metálicas

Liga	Composição
Aço	Fe – 98,5% C – 0,5 a 1,5% Traços de Si, S e P
Aço inox	Aço – 74% Cr – 18% Ni – 8%
Solda elétrica	Pb – 67% Sn – 33%
Ouro 18 quilates	Au – 75% Cu – 12,5% Ag – 12,5%
Bronze	Cu – 90% Sn – 10%
Latão	Cu – 67% Zn – 33%
Amálgama	Hg, Ag, Cd, Cu, Sn, Au (percentuais variados, com a predominância do Hg)

## EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01.  
AJOD



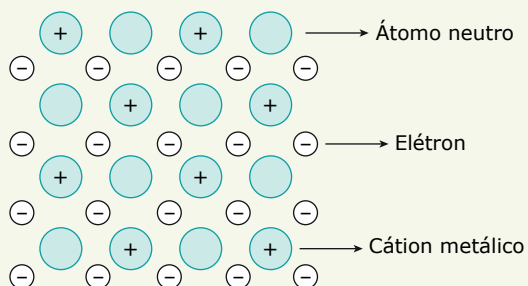
(UERJ–2020) Há um tipo de ligação interatômica em que os elétrons das camadas mais externas transitam entre os cátions da rede cristalina. Por essa característica, tal ligação é comparada a um “mar de elétrons”.

“Mar de elétrons” é uma metáfora que se refere ao seguinte tipo de ligação:

- A) iônica
- B) metálica
- C) covalente
- E) de hidrogênio

02.

(UniAthenas-MG–2019) Conforme apresentado no esquema a seguir, a estrutura de um metal poderia ser representada como sendo um aglomerado de átomos neutros e cátions mergulhados em um “mar” de elétrons livres. Esse “mar” de elétrons funcionaria como uma ligação metálica, mantendo as espécies unidas.



Em função dos elétrons livres que existem na ligação metálica, os metais possuem algumas propriedades características. Assinale a alternativa que apresenta uma informação incorreta em relação às propriedades dos metais.

- A) Apresentam brilho metálico: quando polidos, os metais refletem a luz como se fossem espelhos.
- B) Apresentam resistência à tração, isto é, os metais resistem bastante às forças que, quando aplicadas, tendem a alongar uma barra ou fio metálico.
- C) Apresentam pontos de fusão e de ebulição elevados. Essa propriedade é muito importante na construção de caldeiras e reatores em que ocorrem aquecimentos intensos.
- D) Apresentam condutividades térmica e elétrica elevadas.
- E) São dúcteis, propriedade que os metais apresentam de serem duros e dificilmente deformáveis, como ocorre na produção de chapas e lâminas bastante finas.

03. Julgue os itens.

- ( ) Um pedaço de metal sólido é constituído por moléculas.
- ( ) Metais são bons condutores de calor, pois apresentam elétrons livres.
- ( ) O aço é uma liga que apresenta alta resistência à tração, daí ser usado em cabos de elevadores e em construção civil.

04.  
WK1G



(UECE) Com o título “Transformando gás em metal”, a publicação *Como funciona*, de número 08, informa: “Há mais de cem anos os químicos previram que, sob pressão extrema, o hidrogênio poderia ser transformado em metal. Agora, dois cientistas do Instituto de Química Max-Planck afirmam ter provas conclusivas de que isso é possível”. Na condição de metal, o hidrogênio assumirá todas as características inerentes a esse conjunto de elementos. Assinale a opção que contém propriedade(s) que não vale(m) para todos os metais.

- A) Ductibilidade e maleabilidade
- B) Condutibilidade elétrica e térmica
- C) Eletronegatividade relativamente baixa
- D) Estado sólido em condições ambientais

05.  
NQKS



(UFRGS-RS) A grande utilização dos metais demonstra sua importância para a humanidade e decorre do fato de as substâncias metálicas apresentarem um conjunto de propriedades que lhes são características.

Considere as informações seguintes, que justificam, de forma adequada, propriedades típicas dos metais, com base no modelo do mar de elétrons.

- I. Metais apresentam, geralmente, elevados pontos de fusão devido à grande estabilidade do retículo cristalino metálico.
- II. A boa condução de calor ocorre, pois o aquecimento aumenta a vibração dos íons positivos, possibilitando que eles capturem os elétrons livres, o que provoca a desestruturação do retículo cristalino metálico e possibilita a propagação do calor.
- III. A boa condução de eletricidade é explicável, pois a aplicação de uma diferença de potencial provoca uma movimentação ordenada dos elétrons livres.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

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

**06.** (PUC-Campinas-SP) A mina de ouro é explorada pelo garimpo que, em uma parte do processo, utiliza mercúrio para formar uma liga metálica denominada

- A) amálgama.
- B) aço.
- C) bronze.
- D) latão.
- E) solda.

**07.** (UEG-GO) Neste ano, cientistas da Universidade de Harvard anunciaram a produção de hidrogênio metálico, submetendo hidrogênio molecular a altas pressões.

Dentre as propriedades características de compostos metálicos, encontra-se a

- A) baixa condutividade elétrica.
- B) utilização como isolantes térmicos.
- C) tendência a formar ânions devido a sua baixa energia de ionização.
- D) estabilização por ligações de hidrogênio fortemente orientadas no espaço.
- E) liberdade de seus elétrons de valência de se locomoverem através do sólido.

**08.** (CEFET-PR) Analise as afirmações a seguir:

- I. O metal X é leve, sofre pouca corrosão e é bastante utilizado na construção civil (portões, esquadrias) e na fabricação de aeronaves (ligas leves).
- II. O metal Y forma com o estanho uma liga denominada bronze, muito utilizada na fabricação de monumentos.
- III. O metal Z de elevado ponto de fusão é frequentemente utilizado em filamentos de lâmpadas incandescentes.

Tais metais são, na ordem:

- A) Estanho, cromo, platina.
- B) Zinco, tungstênio, chumbo.
- C) Cobre, estanho, ouro.
- D) Alumínio, cobre, tungstênio.
- E) Estanho, alumínio, cobre.

## EXERCÍCIOS PROPOSTOS



**01.** (UEMG) "Minha mãe sempre costurou a vida com fios de ferro. "

EVARISTO, 2014, p. 9.

Identifique na tabela a seguir a substância que possui as propriedades do elemento mencionado no trecho acima.

Substância	Estrutura	Condutividade elétrica	Ponto de fusão
A	íons	boa condutora	baixo
B	átomos	boa condutora	alto
C	moléculas	má condutora	alto
D	átomos	má condutora	baixo

A resposta correta é:

- A) Substância A.
- B) Substância B.
- C) Substância C.
- D) Substância D.



**02.** (PUC-SP) Os metais são conhecidos pela sua maleabilidade e ductibilidade, por serem bons condutores térmicos e elétricos e por apresentarem brilho característico. Propriedades mais específicas de alguns metais são descritas a seguir:

- O metal I é líquido à temperatura ambiente e dissolve diversos outros metais, formando amálgamas que apresentam larga aplicação.
- O metal II apresenta temperatura de fusão de 98 °C, é mole e reage violentamente com a água, liberando grande quantidade de energia.
- O metal III é certamente o metal mais utilizado no mundo, sendo o principal constituinte das ligas metálicas conhecidas genericamente como aço.
- O metal IV tem bastante aplicação na indústria civil e de embalagens. Além de pouco denso, tem a vantagem de ser coberto por uma fina camada de óxido que dificulta a sua corrosão pelo oxigênio.

Os metais I, II, III e IV são, respectivamente,

- A) mercúrio, ouro, cobre e titânio.
- B) céσιο, potássio, prata e alumínio.
- C) mercúrio, sódio, ferro e alumínio.
- D) mercúrio, sódio, cobre e estanho.
- E) gálio, ouro, ferro e alumínio.

**03.** (UFSCar-SP) Em competições esportivas é comum premiar os vencedores com medalhas que hierarquizam a classificação dos três primeiros colocados com ouro, prata e bronze. A medalha que tradicionalmente é conferida ao terceiro colocado é de bronze, que é

- A) uma solução sólida de cobre e estanho.
- B) uma liga metálica formada por prata e iodo.
- C) uma mistura heterogênea de cobre e estanho.
- D) a denominação em latim do elemento bromo.
- E) um amálgama de mercúrio e enxofre.

04. (Fatec-SP)

### Técnica permite reciclagem de placas de circuito impresso e recuperação de metais

Circuitos eletrônicos de computadores, telefones celulares e outros equipamentos poderão agora ser reciclados de forma menos prejudicial ao ambiente graças a uma técnica que envolve a moagem de placas de circuito impresso.

O material moído é submetido a um campo elétrico de alta tensão para separar os materiais metálicos dos não metálicos, visto que a enorme diferença entre a condutividade elétrica dos dois tipos de materiais permite que eles sejam separados.

Disponível em: <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010125070306>.

Acesso em: 4 set. 2009 (Adaptação).

Considerando as informações do texto e os conceitos físicos, pode-se afirmar que os componentes

- metálicos, submetidos ao campo elétrico, sofrem menor ação deste por serem de maior condutividade elétrica.
- metálicos, submetidos ao campo elétrico, sofrem maior ação deste por serem de maior condutividade elétrica.
- metálicos, submetidos ao campo elétrico, sofrem menor ação deste por serem de menor condutividade elétrica.
- não metálicos, submetidos ao campo elétrico, sofrem maior ação deste por serem de maior condutividade elétrica.
- não metálicos, submetidos ao campo elétrico, sofrem menor ação deste por serem de maior condutividade elétrica.

05. GOK1



(UDESC) A condutividade elétrica de um material depende muito do tipo de ligação química da qual o material é formado e do estado físico em que este se encontra. Sendo assim, materiais como prata, açúcar de cana (sacarose) e sal de cozinha (cloreto de sódio) apresentam comportamentos distintos quanto à condutividade elétrica. Em relação à condutividade elétrica, assinale a alternativa correta.

- O açúcar é uma substância iônica que não conduz bem a eletricidade.
- O açúcar é um bom condutor de corrente elétrica porque possui cargas livres em seu retículo cristalino molecular.
- O cloreto de sódio fundido não conduz corrente elétrica.
- Um objeto de prata é bom condutor de corrente elétrica porque apresenta elétrons livres em seu retículo cristalino metálico.
- O cloreto de sódio é um bom condutor de corrente elétrica em temperaturas inferiores ao seu ponto de fusão.

06. OWFE6



(PUC-Campinas-SP)

### Corais

Recifes de corais artificiais estão sendo usados para acelerar o processo de restauração dos recifes naturais. Para isso, a Biorock Inc. utiliza armações de aço que são energizadas por uma corrente elétrica de baixa voltagem. Isto faz com que os minerais da água do mar nelas se prendam, formando uma fina camada de calcário. Desse modo, pode-se prender pequenos pedaços de coral nas armações, que ficam seguras devido ao calcário acumulado.

BBC KNOWLEDGE. p. 9, out. 2009.

A armação de aço, citada no texto, é utilizada para

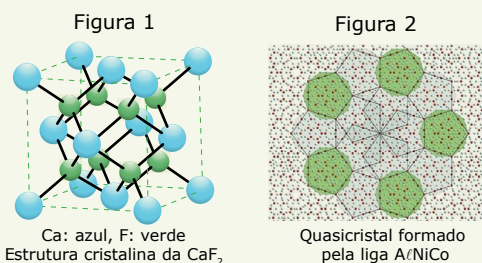
- impedir a captura de elétrons pelos íons da água do mar.
- que os íons do aço aumentem a condutibilidade elétrica da água do mar.
- usar matéria-prima de recursos renováveis.
- que os corais se alimentem do ferro contido no aço.
- permitir boa condução de eletricidade por toda a estrutura metálica.

07. 8MBL



(UFTM-MG) O Prêmio Nobel de Química de 2011 foi outorgado ao cientista israelense Dan Shechtman pela descoberta dos quasicristais, realizada em 1982.

Quasicristais, da mesma forma que os cristais normais, consistem de átomos que se combinam para formar estruturas geométricas – triângulos, retângulos, hexágonos, etc. – que se repetem em um padrão. Mas, ao contrário do que acontece nos cristais, o padrão dos quasicristais não se repete a intervalos regulares.



Disponível em: [www.inovacaotecnologica.com.br](http://www.inovacaotecnologica.com.br) (Adaptação).

A figura que representa o sólido com menor condutividade elétrica e o átomo que, no estado fundamental, apresenta 3 elétrons na sua camada de valência são, respectivamente,

- 1 e Al.
- 1 e Ca.
- 1 e Ni.
- 2 e Al.
- 2 e Ca.



08. (UPE) Em um local de alta umidade, colocou-se um pedaço de uma substância simples, metálica, na palma da mão. Conforme mostrado na figura a seguir, observe o que aconteceu após um tempinho...

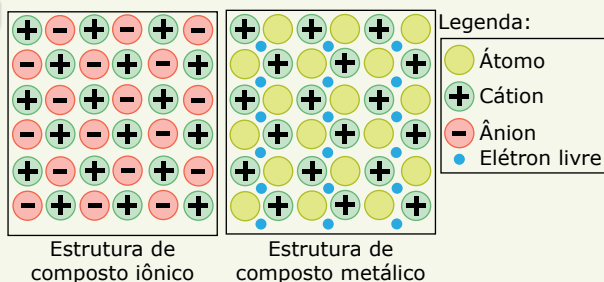


Disponível em: <http://pequenoscientistasamab.blogspot.com.br>.  
Acesso em: jun. 2015.

Esse fenômeno exemplifica

- o derretimento de uma liga de gálio à baixa temperatura.
- a influência da umidade no derretimento do potássio metálico.
- a fusão do mercúrio por causa do fornecimento de energia térmica pela mão.
- a formação de uma solução de mercúrio, tendo o suor como solvente.
- o baixo ponto de fusão do gálio, quando comparado a outros metais.

09. (UFG-GO) Analise os esquemas a seguir:



Tendo em vista as estruturas apresentadas:

- Explique a diferença de comportamento entre um composto iônico sólido e um metal sólido quando submetidos a uma diferença de potencial.
- Explique por que o comportamento de uma solução de substância iônica é semelhante ao comportamento de um metal sólido, quando ambos são submetidos a uma diferença de potencial.

10. (PUC RS) Para responder à questão, analise as afirmativas apresentadas a seguir, sobre o uso de metais e ligas metálicas ao longo da história do homem.

- Na Pré-História, este foi um dos primeiros metais usados para fazer ferramentas e outros utensílios, como facas, machados, ornamentos e pontas de flecha.
- Esta liga de cobre e estanho foi usada posteriormente, por ser mais dura e por permitir a fabricação de ferramentas mais resistentes.
- Este metal puro e a sua liga com carbono demoraram ainda mais a serem usados, devido à maior complexidade de sua produção.
- No final do século XIX, este material começou a ser usado de maneira generalizada em utensílios domésticos, sendo antes disso um metal de produção extremamente cara.

As afirmativas 1, 2, 3, e 4 referem-se, respectivamente, às espécies químicas

- cobre – bronze – ferro – alumínio.
- ferro – latão – cobre – alumínio.
- aço – bronze – ouro – latão.
- latão – titânio – bronze – aço.
- chumbo – latão – ferro – cobre.

11. (UFRN) A Química do século XXI fundamenta-se nas relações entre composição, estrutura e propriedades das substâncias para produzir novos materiais como uma de suas finalidades. Esses novos materiais são essenciais para o desenvolvimento da vida cotidiana, para a indústria, para a ciência e a tecnologia, para a saúde, para o lazer, entre outros.

Com o objetivo de construir um dispositivo eletrônico, é necessário obter um material que apresente elevadíssima temperatura de fusão, não seja solúvel em água nem tampouco em solventes apolares e apresente alta condutividade ao calor.

Baseando-se na composição e estrutura das partículas (átomos, moléculas, íons) que compõem o suposto material e nas interações entre elas, que tipo de material apresenta essas propriedades? Justifique.

## SEÇÃO ENEM

01. (Enem) A palha de aço, um material de baixo custo e vida útil pequena, utilizada para lavar louças, é um emaranhado de fios leves e finos que servem para a remoção por atrito dos resíduos aderidos aos objetos. A propriedade do aço que justifica o aspecto físico descrito no texto é a

- ductilidade.
- maleabilidade.
- densidade baixa.
- condutividade elétrica.
- condutividade térmica.



- 02.** (Enem) Na fabricação de qualquer objeto metálico, seja um parafuso, uma panela, uma joia, um carro ou um foguete, a metalurgia está presente na extração de metais a partir dos minérios correspondentes, na sua transformação e sua moldagem. Muitos dos processos metalúrgicos atuais têm em sua base conhecimentos desenvolvidos há milhares de anos, como mostra o quadro:

Milênio antes de Cristo	Métodos de extração e operação
Quinto milênio a.C.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecimento do ouro e do cobre nativos</li> </ul>
Quarto milênio a.C.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecimento da prata e das ligas de ouro e prata</li> <li>• Obtenção do cobre e chumbo a partir de seus minérios</li> <li>• Técnicas de fundição</li> </ul>
Terceiro milênio a.C.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtenção do estanho e partir do minério</li> <li>• Uso do bronze</li> </ul>
Segundo milênio a.C.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introdução do fole e aumento da temperatura da queima</li> <li>• Início do uso do ferro</li> </ul>
Primeiro milênio a.C.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtenção do mercúrio e dos amálgamas</li> <li>• Cunhagem de moedas</li> </ul>

VANIN, J. A. *Alquimistas e químicos*.

Podemos observar que a extração e o uso de diferentes metais ocorreram a partir de diferentes épocas. Uma das razões para que a extração e o uso do ferro tenham ocorrido após a do cobre ou estanho é

- A) a inexistência do uso de fogo que permitisse sua moldagem.
- B) a necessidade de temperaturas mais elevadas para sua extração e sua moldagem.
- C) o desconhecimento de técnicas para a extração de metais a partir de minérios.
- D) a necessidade do uso do cobre na fabricação do ferro.
- E) seu emprego na cunhagem de moedas, em substituição ao ouro.

## SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



## GABARITO

Meu aproveitamento 

### Aprendizagem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

01. B
02. E
03. F V V
04. D
05. D
06. A
07. E
08. D

### Propostos

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

01. B
02. C
03. A
04. B
05. D
06. E
07. A
08. E
- 09.
- A) Os compostos iônicos têm estrutura cristalina rígida que não se modifica quando são submetidos a uma diferença de potencial. Os metais possuem, na sua estrutura, íons positivos e elétrons livres. Isso faz com que os metais, ao serem submetidos a uma diferença de potencial, reorganizem sua estrutura, provocando um fluxo de elétrons, que é a corrente elétrica.
- B) No estado sólido, os íons presentes na substância iônica estão em um retículo cristalino. Ao serem dissolvidos na água, esses íons são liberados do retículo, possibilitando a condução de corrente elétrica.
10. A
11. O material que apresenta essas propriedades é um metal. A elevadíssima temperatura de fusão e de ebulição dos metais está associada à formação de fortes interações dentro do retículo cristalino de cátions em um mar de elétrons. A condutividade térmica dos materiais metálicos pode ser explicada pela mobilidade dos elétrons, que permite a rápida distribuição de energia cinética pelo sólido. Além disso, os metais são insolúveis nos solventes moleculares comuns, tais como a água (solvente polar) ou a gasolina (solvente apolar).

### Seção Enem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

01. A
02. B



Total dos meus acertos: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ %

## Cálculos Estequiométricos

### ESTEQUIOMETRIA



O termo estequiometria deriva do grego *stoicheion* = 'elemento', e *metron* = 'medida'. A estequiometria consiste nos cálculos da quantidade (em massa, volume, quantidade de matéria, número de átomos e de moléculas) de reagentes e de produtos das reações químicas.

Esses cálculos fundamentam-se no fato de que a proporção da quantidade de matéria entre reagentes e produtos, em uma reação, é constante e é dada pelos coeficientes estequiométricos.

### Sequência prática para montagem dos problemas envolvendo cálculos estequiométricos

- Escrever a equação da reação química citada no problema.
- Balanceá-la acertando os coeficientes que indicarão a proporção, em mols, existente entre os participantes da reação.
- Caso exista mais de uma reação, sendo as mesmas sucessivas, devemos somar as suas equações para obter uma única equação, a equação global ou total. É importante ressaltar que as equações devem ser balanceadas individualmente e as substâncias comuns a cada membro devem ser canceladas. Às vezes, esse cancelamento deve ser precedido da multiplicação ou da divisão de uma ou mais equações por números convenientes, para que uma substância não venha a aparecer nos dois membros da equação final.
- Estabelecer uma regra de três a partir da relação fundamental:

$$1,00 \text{ mol} \text{ — } 6,02 \cdot 10^{23} \text{ espécies} \text{ — } 6,02 \cdot 10^{23} \times n. \text{ de átomos} \text{ — } M(g) \text{ — } 22,71 \text{ L (nas CNTP)}$$

- A montagem do problema fica facilitada ao estabelecermos uma convenção:
  - 1ª linha  $\Rightarrow$  proporção estequiométrica (obtida pela relação fundamental);
  - 2ª linha  $\Rightarrow$  dado e pergunta do problema.
- Caso o problema se refira a rendimento ou pureza, devemos realizar uma nova regra de três com o valor obtido anteriormente, tomando o seguinte cuidado:
  1. Se esse valor se referir a um produto, ele corresponderá a 100% de pureza ou de rendimento;
  2. Se esse valor se referir a um reagente, ele corresponderá ao valor da pureza ou do rendimento fornecido no problema.
- Caso o problema forneça pelo menos dois dados referentes aos reagentes, devemos determinar qual deles está em excesso. O reagente que não está em excesso é denominado fator limitante, e é o dado fornecido para ele que será utilizado para a montagem da regra de três.

Para a melhor compreensão dos problemas envolvendo cálculos estequiométricos, apresentaremos um exemplo resolvido dos principais casos particulares.

## EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

### Quando são fornecidas as quantidades de dois ou mais reagentes

**01.** (FUVEST-SP) Considere a experiência: a uma solução aquosa que contém 10,0 g de hidróxido de sódio adicionam-se lentamente 9,8 g de ácido sulfúrico puro e depois água, de modo a obter-se 1 L de solução.

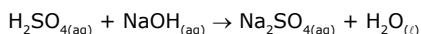
- A) Representar com fórmulas químicas a reação que ocorreu nessa experiência.  
 B) Calcular a massa de hidróxido de sódio que não reagiu com o ácido.

**Dados:**  $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;

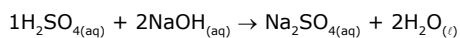
$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

#### Resolução:

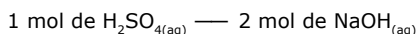
1º Passo: Escrever a equação da reação química citada no problema.



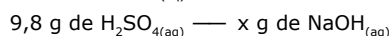
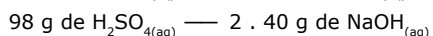
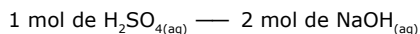
2º Passo: Balancear a equação.



3º Passo: Escrever a proporção estequiométrica, em mols.



4º Passo: Substituir os dados fornecidos na proporção estequiométrica.



5º Passo: Calcular a massa de NaOH necessária para consumir todo  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

$$x = \frac{9,8 \cdot 2 \cdot 40}{98}$$

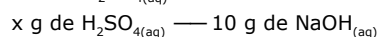
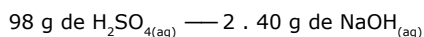
$$x = 8 \text{ g de NaOH}$$

6º Passo: Determinar o reagente em excesso.

Como as substâncias não reagem na proporção que as misturamos, mas reagem na proporção estequiométrica, a substância em excesso é o NaOH, pois a massa misturada, 10 g, foi maior do que a massa necessária para completar a reação, 8 g.

#### OBSERVAÇÃO

No passo anterior, poderíamos ter calculado a massa de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  necessária para consumir toda a massa de NaOH. Nesse caso, encontraríamos um valor maior do que a massa de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  misturada inicialmente. Esse fato indica que o  $\text{H}_2\text{SO}_4$  é o reagente limitante.



$$x = \frac{10 \cdot 98}{2 \cdot 40}$$

$$x = 12,25 \text{ g de } \text{H}_2\text{SO}_4$$

7º Passo: Calcular a massa de NaOH em excesso.

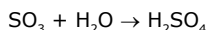
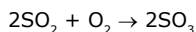
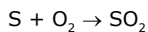
$$m(\text{NaOH})_{\text{em excesso}} = m(\text{NaOH})_{\text{total}} - m(\text{NaOH})_{\text{reagiu}}$$

$$m(\text{NaOH})_{\text{em excesso}} = 10 - 8$$

$$m(\text{NaOH})_{\text{em excesso}} = 2 \text{ g}$$

### Quando ocorrem reações sucessivas

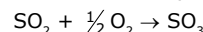
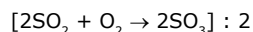
**02.** O ácido sulfúrico, em produção industrial, resulta de reações representadas pelas equações:



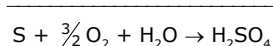
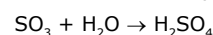
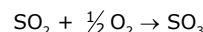
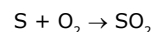
Calcular a massa de enxofre, em quilogramas, necessária para produzir uma tonelada de ácido sulfúrico.

#### Resolução:

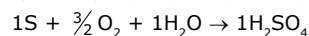
1º Passo: Escrever a equação da reação global citada no problema. Para obtermos a equação global, devemos somar as equações das três etapas, cancelando as substâncias que aparecem repetidas no primeiro e no segundo membros e somando as substâncias que se encontram no mesmo membro das equações. Nesse caso, o cancelamento deve ser precedido da divisão da equação da segunda etapa por dois.



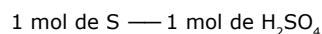
Após essa divisão, temos:



2º Passo: Balancear a equação. No caso de reações sucessivas, devemos balancear as equações das etapas para garantir que a equação global já esteja balanceada.



3º Passo: Escrever a proporção estequiométrica, em mols.



4º Passo: Calcular as massas molares das espécies envolvidas.

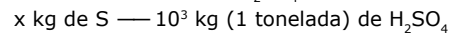
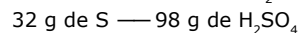
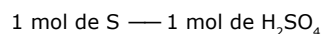
Como o problema envolve as massas de um reagente e do produto, é necessário o cálculo das massas molares dessas substâncias:

$$M(\text{S}) = 32 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot M(\text{H}) + M(\text{S}) + 4 \cdot M(\text{O})$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

5º Passo: Substituir os dados fornecidos na proporção estequiométrica.



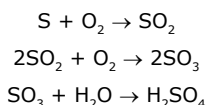
$$x = \frac{32 \cdot 10^3}{98}$$

$$x = 326,5 \text{ kg de S}$$

## Quando o grau de pureza de um reagente é inferior a 100%

- 03.** Utilizaremos como exemplo o exercício anterior com uma informação complementar que está destacada em negrito.

O ácido sulfúrico, em produção industrial, resulta de reações representadas pelas equações:



Calcular a massa de enxofre, em quilogramas, com 90% de pureza, necessária para produzir uma tonelada de ácido sulfúrico.

### Resolução:

Os cinco primeiros passos são os mesmos do problema anterior. Acrescentaremos a essa resolução um 6º passo.

6º Passo: Calcular a massa de enxofre (S) impuro.

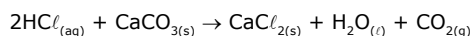
### OBSERVAÇÃO

Esse exemplo corresponde ao modelo menos comum de exercício envolvendo grau de pureza, em que o valor a ser calculado, relativo a uma quantidade de reagente, corresponderá ao percentual de pureza fornecido no enunciado; e para obtermos a quantidade desejada, impura (100% da amostra), devemos fazer uma nova regra de três.

A massa de 326,5 kg é a massa de enxofre consumida na reação e, portanto, corresponde a 90% de pureza. Portanto, a massa da amostra impura de enxofre corresponderá a 100%.

$$\begin{aligned} 326,5 \text{ kg de S} &\text{ — 90\% da amostra} \\ x \text{ kg de S} &\text{ — 100\% da amostra} \\ x &= \frac{326,5 \cdot 100}{90} \\ x &= 362,8 \text{ kg de S impuro} \end{aligned}$$

- 04.** A utilização sistemática da balança em laboratório, especialmente no estudo da variação de massa em reações químicas, é considerada um marco para o surgimento da Química Moderna. Um dos responsáveis por esse significativo momento da história da Química foi Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), cujas contribuições são até hoje utilizadas para o estudo de reações químicas, como a que é representada pela equação a seguir:



Sabendo que  $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $M(\text{Ca}) = 40,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  e  $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , e que o grau de pureza do carbonato de cálcio é igual a 75%, determinar a massa da amostra impura de carbonato de cálcio quando são consumidos 14,6 g de ácido clorídrico.

### Resolução:

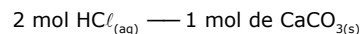
1º Passo: Escrever a equação da reação química citada no problema.

O problema já apresentou a equação química da reação em questão.

2º Passo: Balancear a equação.

A equação apresentada está balanceada, pois o número de átomos de cada elemento químico e o número de cargas elétricas, em cada membro da equação, são os mesmos.

3º Passo: Escrever a proporção estequiométrica, em mols.



4º Passo: Calcular a massa molar do ácido clorídrico e do carbonato de cálcio.

Como o problema envolve as massas dos reagentes, é necessário o cálculo da massa molar dessas substâncias:

$$M(\text{HCl}) = M(\text{H}) + M(\text{Cl})$$

$$M(\text{HCl}) = 1 + 35,5 = 36,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M(\text{CaCO}_3) = M(\text{Ca}) + M(\text{C}) + 3 \cdot M(\text{O})$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

5º Passo: Substituir os dados fornecidos na proporção estequiométrica.

$$2 \cdot 36,5 \text{ g de HCl} \text{ — } 100 \text{ g de CaCO}_3$$

$$14,6 \text{ g de HCl} \text{ — } x \text{ g de CaCO}_3$$

$$x = \frac{14,6 \cdot 100}{2 \cdot 36,5}$$

$$x = 20 \text{ g de CaCO}_{3(\text{s})}$$

6º Passo: Calcular a massa de  $\text{CaCO}_{3(\text{s})}$ , levando-se em consideração o grau de pureza da amostra utilizada.

Como a amostra de carbonato de cálcio apresenta uma pureza de 75%, o valor encontrado no passo anterior corresponde a 75% da massa da amostra.

$$20 \text{ g de CaCO}_{3(\text{s})} \text{ — } 75\% \text{ de pureza de CaCO}_{3(\text{s})}$$

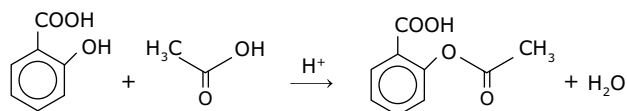
$$x \text{ g de CaCO}_{3(\text{s})} \text{ — } 100\% \text{ da amostra de CaCO}_{3(\text{s})}$$

$$x = \frac{20 \cdot 100\%}{75\%}$$

$$x = 26,67 \text{ g de CaCO}_{3(\text{s})}$$

## Quando o rendimento da reação é inferior a 100%

- 05.** O ácido acetilsalicílico (AAS) é um dos medicamentos mais utilizados no mundo inteiro. Sua obtenção pode ser feita por meio da reação do ácido salicílico com ácido acético, catalisada pela presença de um ácido forte.



Supondo que essa reação ocorra com um rendimento de 80%, determinar o número de moléculas de aspirina produzidas, quando se faz reagir 27,6 gramas do ácido salicílico com ácido acético suficiente.

**Dados:** C = 12 u; H = 1 u; O = 16 u.













O quadro resume alguns dados aproximados sobre esses combustíveis.

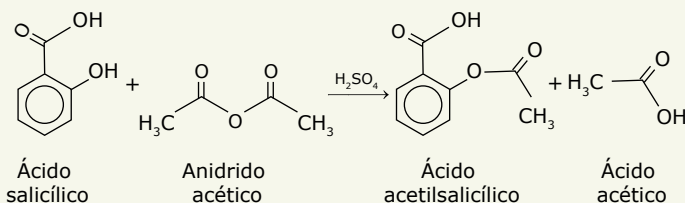
Combustível	Densidade (g . mL <sup>-1</sup> )	Calor de combustão (kcal . g <sup>-1</sup> )
Etanol	0,8	-6
Gasolina	0,7	-10

O volume de etanol combustível, em litro, consumido no percurso de volta é mais próximo de:

- A) 27.
- B) 32.
- C) 37.
- D) 58.
- E) 67.



03. (Enem) O ácido acetilsalicílico, ASS (massa molar igual a 180 g/mol), é sintetizado a partir da reação do ácido salicílico (massa molar igual a 138 g/mol) com anidrido acético, usando-se ácido sulfúrico como catalisador, conforme a equação química:



Após a síntese, o AAS é purificado e o rendimento final é de aproximadamente 50%. Devido às suas propriedades farmacológicas (antitérmico, analgésico, anti-inflamatório e antitrombótico), o AAS é utilizado como medicamento na forma de comprimidos, nos quais se emprega tipicamente uma massa de 500 mg dessa substância.

Uma indústria farmacêutica pretende fabricar um lote de 900 mil comprimidos, de acordo com as especificações do texto. Qual é a massa de ácido salicílico, em kg, que deve ser empregada para esse fim?

- A) 293
- B) 345
- C) 414
- D) 690
- E) 828

04. (Enem) A ingestão de vitamina C (ou ácido ascórbico; massa molar igual a 176 g/mol) é recomendada para evitar o escorbuto, além de contribuir para a saúde de dentes e gengivas e auxiliar na absorção de ferro pelo organismo. Uma das formas de ingerir ácido ascórbico é por meio dos comprimidos efervescentes, os quais contêm cerca de 0,006 mol de ácido ascórbico por comprimido. Outra possibilidade é o suco de laranja, que contém cerca de 0,07 g de ácido ascórbico para cada 200 mL de suco.

O número de litros de suco de laranja que corresponde à quantidade de ácido ascórbico presente em um comprimido efervescente é mais próximo de

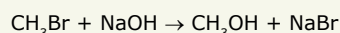
- A) 0,002.
- B) 0,03.
- C) 0,3.
- D) 1.
- E) 3.



05. (Enem) A minimização do tempo e custo de uma reação química, bem como o aumento na sua taxa de conversão, caracterizam a eficiência de um processo químico. Como consequência, produtos podem chegar ao consumidor mais baratos. Um dos parâmetros que mede a eficiência de uma reação química é o seu rendimento molar (R, em %), definido como

$$R = \frac{n_{\text{produto}}}{n_{\text{reagente limitante}}} \cdot 100$$

em que n corresponde ao número de mols. O metanol pode ser obtido pela reação entre brometo de metila e hidróxido de sódio, conforme a equação química:

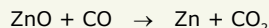
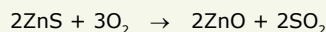


As massas molares (em g/mol) desses elementos são: H = 1; C = 12; O = 16; Na = 23; Br = 80.

O rendimento molar da reação, em que 32 g de metanol foram obtidos a partir de 142,5 g de brometo de metila e 80 g de hidróxido de sódio, é mais próximo de

- A) 22%.
- B) 40%.
- C) 50%.
- D) 67%.
- E) 75%

06. (Enem) Para proteger estruturas de aço da corrosão, a indústria utiliza uma técnica chamada galvanização. Um metal bastante utilizado nesse processo é o zinco, que pode ser obtido a partir de um minério denominado esfalerita (ZnS), de pureza 75%. Considere que a conversão do minério em zinco metálico tem rendimento de 80% nesta sequência de equações químicas:

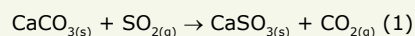


Considere as massas molares: ZnS (97 g/mol); O<sub>2</sub> (32 g/mol); ZnO (81 g/mol); SO<sub>2</sub> (64 g/mol); CO (28 g/mol); CO<sub>2</sub> (44 g/mol); Zn (65 g/mol).

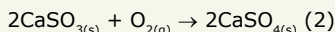
Que valor mais próximo de massa de zinco metálico, em quilogramas, será produzido a partir de 100 kg de esfalerita?

- A) 25
- B) 33
- C) 40
- D) 50
- E) 54

07. (Enem) Grandes fontes de emissão do gás dióxido de enxofre são as indústrias de extração de cobre e níquel, em decorrência da oxidação dos minérios sulfurados. Para evitar a liberação desses óxidos na atmosfera e a consequente formação da chuva ácida, o gás pode ser lavado, em um processo conhecido como dessulfurização, conforme mostrado na equação (1).



Por sua vez, o sulfato de cálcio formado pode ser oxidado, com o auxílio do ar atmosférico, para a obtenção do sulfato de cálcio, como mostrado na equação (2). Essa etapa é de grande interesse porque o produto da reação, popularmente conhecido como gesso, é utilizado para fins agrícolas.



As massas molares dos elementos carbono, oxigênio, enxofre e cálcio são iguais a 12 g/mol, 16 g/mol, 32 g/mol e 40 g/mol, respectivamente.

BAIRD, C. *Química ambiental*. Porto Alegre: Bookman, 2002 (Adaptação).

Considerando um rendimento de 90% no processo, a massa de gesso obtida, em gramas, por mol de gás retido, é mais próxima de

- A) 64.
- B) 108.
- C) 122.
- D) 136.
- E) 245.

- 08.** (Enem) A produção de aço envolve o aquecimento do minério de ferro, junto com carvão (carbono) e ar atmosférico em uma série de reações de oxirredução. O produto é chamado de ferro-gusa e contém cerca de 3,3% de carbono. Uma forma de eliminar o excesso de carbono é a oxidação a partir do aquecimento do ferro-gusa com gás oxigênio puro. Os dois principais produtos formados são aço doce (liga de ferro com teor de 0,3% de carbono restante) e gás carbônico. As massas molares aproximadas dos elementos carbono e oxigênio são, respectivamente, 12 g/mol e 16 g/mol.

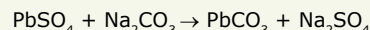
LEE, J. D. *Química Inorgânica não tão concisa*. São Paulo: Edgard Blucher, 1999 (Adaptação).

Considerando que um forno foi alimentado com 2,5 toneladas de ferro-gusa, a massa de gás carbônico formada, em quilogramas, na produção de aço doce, é mais próxima de

- A) 28.
- B) 75.
- C) 175.
- D) 275.
- E) 303.

- 09.** (Enem) A composição média de uma bateria automotiva esgotada é de aproximadamente 32% Pb, 3% PbO, 17% PbO<sub>2</sub> e 36% PbSO<sub>4</sub>. A média de massa da pasta residual de uma bateria usada é de 6 kg, onde 19% é PbO<sub>2</sub>, 60% PbSO<sub>4</sub> e 21% Pb. Entre todos os compostos de chumbo presentes na pasta, o que mais preocupa é o sulfato de chumbo (II), pois nos processos pirometalúrgicos, em que os compostos de chumbo (placas das baterias) são fundidos, há a conversão de sulfato em dióxido de enxofre, gás muito poluente.

Para reduzir o problema das emissões de SO<sub>2(g)</sub>, a indústria pode utilizar uma planta mista, ou seja, utilizar o processo hidrometalúrgico, para a dessulfuração antes da fusão do composto de chumbo. Nesse caso, a redução de sulfato presente no PbSO<sub>4</sub> é feita via lixiviação com solução de carbonato de sódio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 1M a 45 °C, em que se obtém o carbonato de chumbo (II) com rendimento de 91%. Após esse processo, o material segue para a fundição para obter o chumbo metálico.



**Dados:** Massas molares em g/mol: Pb = 207; Na = 23; S = 32; O = 16; C = 12.

ARAÚJO, R. V. V.; TRINDADE, R. B. E.; SOARES, P. S. M. *Reciclagem de chumbo de bateria automotiva: estudo de caso*. Disponível em: <http://www.iqsc.usp.br>. Acesso em: 17 abr. 2010 (Adaptação).

Segundo as condições do processo apresentado para a obtenção de carbonato de chumbo (II) por meio da lixiviação por carbonato de sódio e considerando uma massa de pasta residual de uma bateria de 6 kg, qual a quantidade aproximada, em quilogramas, de PbCO<sub>3</sub> obtida?

- A) 1,7 kg.
- B) 1,9 kg.
- C) 2,9 kg.
- D) 3,3 kg.
- E) 3,6 kg.

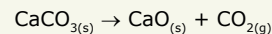


(Enem) Fator de emissão (*carbon footprint*) é um termo utilizado para expressar a quantidade de gases que contribuem para o aquecimento global, emitidos por uma fonte ou processo industrial específico. Pode-se pensar na quantidade de gases emitidos por uma indústria, uma cidade ou mesmo por uma pessoa. Para o gás CO<sub>2</sub>, a relação pode ser escrita:

$$\text{Fator de emissão de CO}_2 = \frac{\text{Massa de CO}_2 \text{ emitida}}{\text{Quantidade de material}}$$

O termo "quantidade de material" pode ser, por exemplo, a massa de material produzido em uma indústria ou a quantidade de gasolina consumida por um carro em um determinado período.

No caso da produção do cimento, o primeiro passo é a obtenção do óxido de cálcio, a partir do aquecimento de calcário a altas temperaturas, de acordo com a reação:



Uma vez processada essa reação, outros compostos inorgânicos são adicionados ao óxido de cálcio, tendo o cimento formado 62% de CaO em sua composição.

**Dados:** Massas molares em g/mol:

- CO<sub>2</sub> = 44;
- CaCO<sub>3</sub> = 100;
- CaO = 56.

TREPTOW, R. S. *Journal of Chemical Education*, v. 87, n. 2, fev. 2014 (Adaptação).

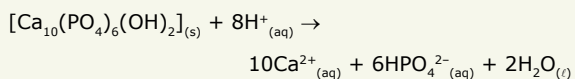
Considerando as informações apresentadas no texto, qual é, aproximadamente, o fator de emissão de CO<sub>2</sub> quando 1 tonelada de cimento for produzida, levando-se em consideração apenas a etapa de obtenção do óxido de cálcio?

- A) 4,9 . 10<sup>-4</sup>
- B) 7,9 . 10<sup>-4</sup>
- C) 3,8 . 10<sup>-1</sup>
- D) 4,9 . 10<sup>-1</sup>
- E) 7,9 . 10<sup>-1</sup>

**11.** (Enem) O flúor é usado de forma ampla na prevenção de cáries. Por reagir com a hidroxiapatita [Ca<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>(OH)<sub>2</sub>] presente nos esmaltes dos dentes, o flúor forma a fluorapatita [Ca<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>F<sub>2</sub>], um mineral mais resistente ao ataque ácido decorrente de bactérias específicas presentes nos açúcares das placas que aderem aos dentes.

Disponível em: <http://www.odontologia.com.br>. Acesso em: 27 jul. 2010 (Adaptação).

A reação de dissolução da hidroxiapatita é:



**Dados:** Massas molares em g/mol:

[Ca<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>(OH)<sub>2</sub>] = 1 004;

HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup> = 96;

Ca = 40.

Supondo-se que o esmalte dentário seja constituído exclusivamente por hidroxiapatita, o ataque ácido que dissolve completamente 1 mg desse material ocasiona a formação de, aproximadamente,

- A) 0,14 mg de íons totais.
- B) 0,40 mg de íons totais.
- C) 0,58 mg de íons totais.
- D) 0,97 mg de íons totais.
- E) 1,01 mg de íons totais.

**12.** (Enem) Para se obter 1,5 kg do dióxido de urânio puro, matéria-prima para a produção de combustível nuclear, é necessário extrair-se e tratar-se 1,0 tonelada de minério. Assim, o rendimento (dado em % em massa) do tratamento do minério até chegar ao dióxido de urânio puro é de

- A) 0,10%.
- B) 0,15%.
- C) 0,20%.
- D) 1,5%.
- E) 2,0%.

## SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



### GABARITO

Meu aproveitamento

#### Aprendizagem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. D
- 02.
  - A. 3HCl + Al(OH)<sub>3</sub> → AlCl<sub>3</sub> + 3H<sub>2</sub>O
  - B. 7,5 mol de HCl
  - C. 0,2 mol de AlCl<sub>3</sub>
  - D. 234 g de Al(OH)<sub>3</sub>
- 03. C
- 04. B
- 05. C
- 06. B
- 07. E
- 08. A

#### Propostos

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. C
- 02. C
- 03. C
- 04. B
- 05. B
- 10.
  - A) 1 875 g de Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>
  - B) 20,1 L
- 11. B
- 12. B
- 13. C

#### Seção Enem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. C
- 02. D
- 03. D
- 04. E
- 05. D
- 06. C
- 07. C
- 08. D
- 09. C
- 10. D
- 11. D
- 12. B



Total dos meus acertos: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ %

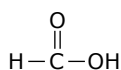
## Ácidos e Sais Carboxílicos

### ÁCIDOS CARBOXÍLICOS

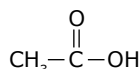
Os ácidos carboxílicos são compostos que possuem como grupo funcional a carbonila (C=O), ligada a uma hidroxila (-OH), e que se denomina grupo carboxila. A carboxila pode ser representada por -COOH, ou, ainda, por -CO<sub>2</sub>H.

#### Nomenclatura IUPAC

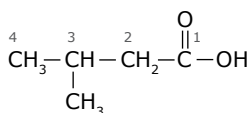
A nomenclatura de um ácido carboxílico é idêntica à de um hidrocarboneto. Apenas deve-se iniciar o nome do composto com a palavra **ácido** seguida do nome da cadeia principal e substituir a terminação **-o** do hidrocarboneto pela terminação **-oico**. Para numerar a cadeia principal de um ácido carboxílico, deve-se começar pelo carbono da carboxila. No caso de diácidos, triácidos, etc., deve-se, apenas, acrescentar a terminação **-dioico**, **-trioico**, etc., ao nome do hidrocarboneto com o mesmo número de carbonos.



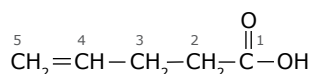
Ácido metanoico (IUPAC)  
Ácido fórmico (usual)



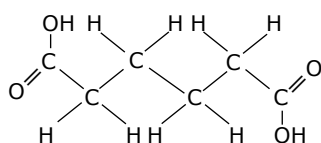
Ácido etanoico (IUPAC)  
Ácido acético (usual)



Ácido 3-metilbutanoico



Ácido pent-4-enoico



Ácido hexanodioico (IUPAC)  
Ácido adípico (usual)

### Aplicações dos ácidos carboxílicos

Os ácidos, devido à sua estrutura, são usados nas sínteses de corantes, em perfumes, na confecção de estampas de tecidos, em medicamentos, na alimentação (ácido acético), no curtimento de peles, na fabricação de acetona e outros derivados, como conservantes de alimentos e na obtenção de amidas, álcoois, entre outros.

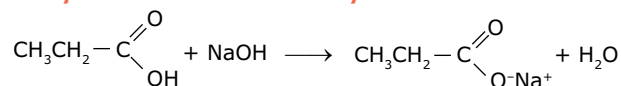
### Fontes naturais dos ácidos carboxílicos

Os ácidos carboxílicos apresentam-se na natureza na forma combinada, principalmente como ésteres, óleos, gorduras, ceras, entre outros.

### SAIS DE ÁCIDOS CARBOXÍLICOS

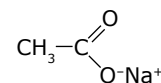
São compostos orgânicos derivados de ácidos carboxílicos obtidos por reações de neutralização com bases inorgânicas.

#### Reação de neutralização

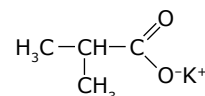


#### Nomenclatura IUPAC

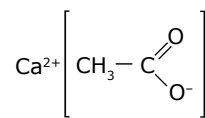
A nomenclatura de um sal de ácido carboxílico é análoga à nomenclatura dos sais inorgânicos. A terminação **-ico** do ácido de origem é substituída por **-ato** seguida da preposição **de** e do **nome do cátion**.



Etanoato de sódio ou acetato de sódio



2-metilpropanoato de potássio

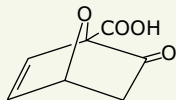


Etanoato de cálcio ou acetato de cálcio

## EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM

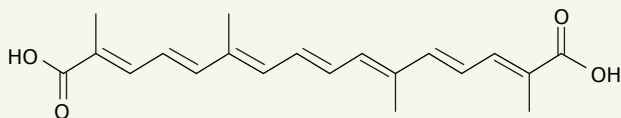


01. (UFMG) Que função não está presente na estrutura?



- A) Álcool
- B) Cetona
- C) Éter
- D) Ácido
- E) Alqueno

02. (PUC Rio) A seguir, está representada a estrutura da crocetina, uma substância natural encontrada no açafão.

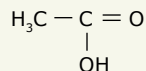


Nessa estrutura, está presente a seguinte função orgânica:

- A) Álcool
- B) Cetona
- C) Aldeído
- D) Éter
- E) Ácido carboxílico

03. (UECE-2022) O vinagre é uma solução aquosa de ácido acético, largamente utilizado na culinária em saladas e outros pratos. Nos produtos comerciais, vem indicada, no rótulo, a porcentagem do ácido acético presente, em termos de massa do ácido por volume de vinagre. Atente para as seguintes afirmações sobre o ácido acético.

- I. O ácido acético pertence à função orgânica dos ácidos carboxílicos e, pela nomenclatura IUPAC, é denominado de ácido etanoico.
- II. A representação da fórmula estrutural do ácido acético é:

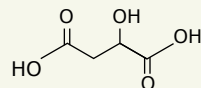


Considerando as proposições acima apresentadas, é correto afirmar que

- A) I é verdadeira e II é falsa.
- B) ambas são falsas.
- C) I é falsa e II é verdadeira.
- D) ambas são verdadeiras.

04.  
WGZC

(Unifor-CE) O ácido málico é um ácido orgânico encontrado naturalmente em algumas frutas, como a maçã e a pera. É uma substância azeda e adstringente sendo utilizada na indústria alimentícia como acidulante e aromatizante. Na estrutura do ácido málico mostrada a seguir, estão presentes respectivamente os grupos funcionais e as funções orgânicas



- A) carbonila, carboxila, cetona e ácido carboxílico.
- B) hidroxila, carbonila, álcool e aldeído.
- C) carbonila, carboxila, ácido carboxílico e éster.
- D) carbonila e hidroxila, cetona e éster.
- E) hidroxila e carboxila, álcool e ácido carboxílico.

05. (UERJ) Os cães conhecem seus donos pelo cheiro. Isso se deve ao fato de os seres humanos apresentarem, junto à pele, glândulas que produzem e liberam ácidos carboxílicos. A mistura desses ácidos varia de pessoa para pessoa, o permite a animais de faro bem desenvolvido conseguir discriminá-lo. Com o objetivo de testar tal discriminação, um pesquisador elaborou uma mistura de substâncias semelhantes à produzida pelo dono do cão. Para isso, ele usou substâncias genericamente representadas por:

- A) RCHO
- B) RCOOH
- C) RCH<sub>2</sub>OH
- D) RCOOCH<sub>3</sub>

06.  
4CTI

(UEMA) A bactéria anaeróbia *Clostridium botulinum* é um habitante natural do solo que se introduz nos alimentos enlatados mal preparados e provoca o botulismo. Ela é absorvida no aparelho digestivo e, cerca de 24 horas, após a ingestão do alimento contaminado, começa a agir sobre o sistema nervoso periférico causando vômitos, constipação intestinal, paralisia ocular e afonia. Uma medida preventiva contra esse tipo de intoxicação é não consumir conservas alimentícias que apresentem a lata estufada e odor de ranço devido à formação da substância CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COOH.

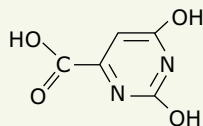
O composto químico identificado, no texto, é classificado como

- A) cetona.
- B) aldeído.
- C) ácido carboxílico.
- D) éster.
- E) éter.

07. PXT2



(UNIRIO-RJ) Apesar do nome, o ácido erótico não tem propriedades afrodisíacas! O nome vem de uma derivação de seu nome original: ácido orótico. Após sucessivos “enganos” na literatura química, esse nome foi adotado como válido também. O ácido orótico é a vitamina B<sub>13</sub> e pode reagir com hidróxido de sódio, formando o respectivo sal.



Represente a reação entre a vitamina B<sub>13</sub> e o hidróxido de sódio em meio aquoso.

08. 3E5Z



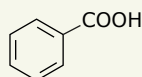
(PUC RS) As indústrias costumam adicionar aos alimentos determinados aditivos com a finalidade de conservar, colorir, acidificar, espessar, entre outras. Sobre um desses aditivos alimentares, o benzoato de sódio, é correto afirmar que

- A) pertence à função éster.
- B) tem fórmula molecular C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>ONa.
- C) pode ser obtido a partir da reação de fenol com hidróxido de sódio.
- D) é um sal orgânico de caráter básico.
- E) é obtido a partir da reação de ácido benzoico, de fórmula molecular CH<sub>3</sub>COOH.

## EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (UNAERP-SP) A substância a seguir é utilizada como conservante na indústria alimentícia com o código PI:



Seu nome oficial segundo a IUPAC é

- A) benzaldeído.
- B) benzeno.
- C) ciclo-hexanol.
- D) ácido benzoico.
- E) aceto-fenona.

02. (UFMT) O ácido *p*-cumárico, encontrado em grãos de soja, apresenta significativa atividade antioxidante em alimentos. As moléculas desse ácido caracterizam-se pela presença de um anel benzênico, um grupo hidroxila e um grupamento carbonílico de 3 átomos – incluindo o carbono da carboxila terminal – com uma dupla ligação entre os dois primeiros carbonos.

A fórmula molecular e o número de insaturações do ácido *p*-cumárico são, respectivamente:

- A) C<sub>9</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub> e 1.
- B) C<sub>8</sub>H<sub>4</sub>O<sub>3</sub> e 3.
- C) C<sub>9</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub> e 3.
- D) C<sub>8</sub>H<sub>4</sub>O<sub>3</sub> e 4.
- E) C<sub>9</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub> e 4.

03. (Fatec-SP) O composto de nome ácido 2-acetoxibenzoico é o conhecido medicamento ácido acetilsalicílico.

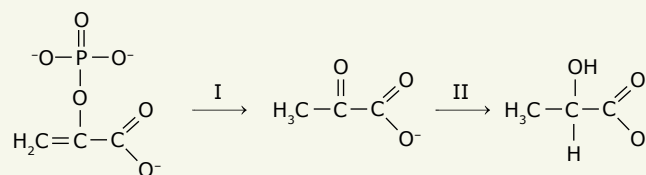
Examinando-se esse nome, pode-se concluir que se trata de um

- A) hidrocarboneto de cadeia cíclica.
- B) composto aromático oxigenado.
- C) polímero de adição.
- D) sal mineral.
- E) metal.

04. FET6



(UERJ) No esquema a seguir, estão representadas as duas etapas finais do processo fermentativo em células musculares quando submetidas a condições de baixa disponibilidade de oxigênio.



Fosfoenolpiruvato

Piruvato

Lactato

O grupo funcional encontrado nos três compostos que participam das etapas representadas é

- A) fosfato.
- B) hidroxila.
- C) carbonila.
- D) carboxilato.

05. NZ6K



(UFRRJ) O corpo humano excreta moléculas de odor peculiar. Algumas são produzidas por glândulas localizadas nas axilas. A substância em questão é o ácido 3-metil-2-hexenoico. A cadeia carbônica dessa substância é classificada como

- A) acíclica, normal, saturada, homogênea.
- B) acíclica, ramificada, insaturada, homogênea.
- C) acíclica, ramificada, saturada, heterogênea.
- D) alifática, normal, saturada, heterogênea.
- E) alicíclica, ramificada, saturada, homogênea.

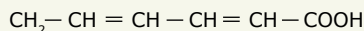
06. VV0P



(UFPEL-RS) O ácido sórbico e seus sais de sódio e de potássio são usados, principalmente, como conservante na indústria de alimentos para prevenir o crescimento de fungos em queijos e derivados, bolos, sucos, refrigerantes e chocolates.



A sua ação conservante depende do pH do meio, sendo mais efetiva até 6,5. Também, em muitos alimentos, esse ácido é usado como acidulante.

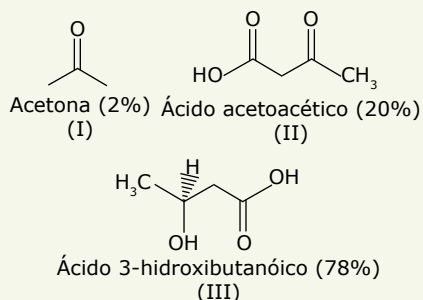


Assinale a alternativa que completa, corretamente, as lacunas na seguinte frase:

O ácido sórbico, segundo as regras oficiais da IUPAC, tem o nome de \_\_\_\_\_ e apresenta o grupo funcional \_\_\_\_\_, numa cadeia \_\_\_\_\_.

- A) ácido 1,3-hexadienoico (ácido hexa-1,3-dienoico); hidroxila; homogênea, alifática e saturada
- B) ácido hexanoico; carboxila; heterogênea, alifática e insaturada
- C) ácido 2,4-hexadienoico (ácido hexa-2,4-dienoico); hidroxila; heterogênea, alifática e saturada
- D) ácido 2,4-hexadienoico (ácido hexa-2,4-dienoico); carboxila; homogênea, alifática e insaturada
- E) ácido 1,3-hexadienoico (ácido hexa-1,3-dienoico); carbonila; homogênea, alifática e saturada

07. (FCM-PB) A cetonúria resulta da degradação incompleta de gorduras no corpo, como consequência de doenças como o diabetes mellitus, o hipertireoidismo, e ainda jejum prolongado e gravidez. Ela é diagnosticada através de testes clínicos com a urina, que normalmente não apresenta os chamados "corpos cetônicos" isto é, os compostos



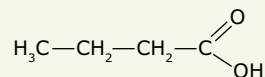
A presença de qualquer um dos compostos na urina indica a cetonúria. Sobre estes compostos assinale a alternativa correta

- A) A estrutura II apresenta as funções cetona e ácido carboxílico.
- B) Todos apresentam um grupo cetônico na sua estrutura e por isso são chamados de corpos cetônicos.
- C) São todos compostos orgânicos que apresentam carbonos primários, secundários e terciários em suas estruturas.
- D) Todos os compostos possuem carbono quiral.
- E) A estrutura do ácido 3-hidroxibutanóico tem 12 ligações  $\sigma$  e 1 ligação  $\pi$ .

08. (Mackenzie-SP) A manteiga rançosa apresenta odor e sabor alterados, devido à presença de ácido butanoico, não podendo assim ser comercializada. Para torná-la aproveitável, o ranço é eliminado, tratando-se a manteiga com bicarbonato de sódio.

A partir do texto anterior, fazem-se as afirmações:

- I. São citados os nomes de duas substâncias compostas.
- II. O ácido butanoico é representado pela fórmula estrutural



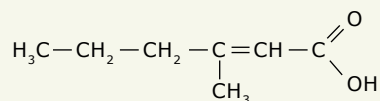
- III. O bicarbonato de sódio neutraliza a substância que rancifica a manteiga.
- IV. Esterificação é o nome da reação entre o ácido butanoico e o bicarbonato de sódio.

Estão corretas

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



09. (Unimar-SP) Um tecido de grande complexidade e não totalmente conhecido é a pele humana. Sabe-se que ácidos carboxílicos voláteis são responsáveis, geralmente, pelo odor que exalamos. Estes ácidos são característicos do indivíduo e podem ser detectados pelos cães da polícia em perseguição a um fugitivo, por exemplo. Muitos desses ácidos são malcheirosos e produzidos por bactérias que metabolizam o material exalado pelas glândulas sebáceas das axilas. Entre esses ácidos está o ácido 3-metil-2-hexenoico:



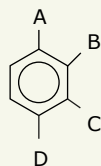
São feitas as seguintes afirmações:

- I. Os desodorantes existentes no mercado contêm antissépticos que matam as bactérias.
- II. Os desodorantes possuem substâncias básicas que reagem com os ácidos formando sais inodoros.
- III. Os desodorantes contêm substâncias perfumadas que neutralizam (mascaram) os odores desagradáveis.
- IV. O bicarbonato de sódio pode ser usado como desodorante, pois reage com o ácido carboxílico malcheiroso produzindo sal inodoro, água e gás carbônico.

Assinale a alternativa correta.

- A) Todas são verdadeiras.
- B) Apenas uma delas é verdadeira.
- C) Apenas I e III são verdadeiras.
- D) Apenas três delas são verdadeiras.
- E) Todas estão incorretas.

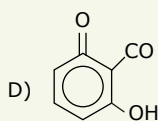
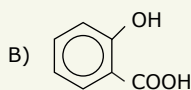
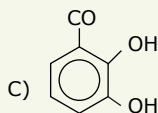
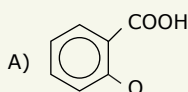
10. (UEPG-PR) Considerando a estrutura a seguir, assinale o que for correto.



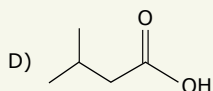
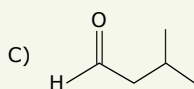
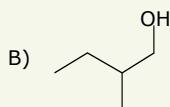
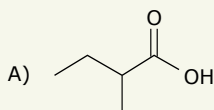
01. Se A = OH, B = H, C = H, D = H, tem-se um composto chamado ácido benzoico.  
 02. Se A = CHO, B = H, C = H, D = H, tem-se um composto chamado benzaldeído.  
 04. Se A = H, B = H, C = COOH, D = OH, tem-se um composto chamado ácido *o*-hidroxibenzoico.  
 08. Se A = H, B = CH<sub>3</sub>, C = H, D = CH<sub>3</sub>, tem-se um composto chamado *m*-dimetilbenzeno.  
 16. Se A = CH<sub>3</sub>, B = H, C = H, D = CH<sub>3</sub>, tem-se um composto chamado *o*-dimetilbenzeno.

Soma ( )

11. (UECE) A junção de uma carbonila (grupo C=O) com uma hidroxila (grupo OH) forma o grupo funcional dos ácidos carboxílicos. O ácido 2-hidroxibenzoico (ácido salicílico, C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>), usado na fabricação do ácido acetil-salicílico (fármaco que possui propriedades analgésicas, anti-inflamatórias e antitérmicas), possui a seguinte fórmula estrutural:



12. (UERJ-2019) O acúmulo do ácido 3-metilbutanoico no organismo humano pode gerar transtornos à saúde. A fórmula estrutural desse ácido é representada por:



## SEÇÃO ENEM

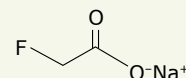
01. (Enem) As abelhas utilizam a sinalização química para distinguir a abelha-rainha de uma operária, sendo capazes de reconhecer diferenças entre moléculas. A rainha produz o sinalizador químico conhecido como ácido 9-hidroxidec-2-noico, enquanto as abelhas-operárias produzem ácido 10-hidroxidec-2-enoico. Nós podemos distinguir as abelhas-operárias e rainhas por sua aparência, mas, entre si, elas usam essa sinalização química para perceber a diferença. Pode-se dizer que veem por meio da química.

L COUTEUR, P.; BURRESON, J. *Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a História*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006 (Adaptação).

As moléculas dos sinalizadores químicos produzidas pelas abelhas-rainhas e operárias possuem diferença na

- A) fórmula estrutural.  
 B) fórmula molecular.  
 C) identificação dos tipos de ligação.  
 D) contagem do número de carbonos.  
 E) identificação dos grupos funcionais.

02. (Enem) No ano de 2004, diversas mortes de animais por envenenamento no zoológico de São Paulo foram evidenciadas. Estudos técnicos apontam suspeita de intoxicação por monofluoracetato de sódio, conhecido como composto 1 080 e ilegalmente comercializado como raticida. O monofluoracetato de sódio é um derivado do ácido monofluoracético e age no organismo dos mamíferos bloqueando o ciclo de Krebs, que pode levar à parada da respiração celular oxidativa e ao acúmulo de amônia na circulação.



Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>. Acesso em: 5 ago. 2010 (Adaptação).

- O monofluoracetato de sódio pode ser obtido pela
- A) desidratação do ácido monofluoracético, com liberação de água.  
 B) hidrólise do ácido monofluoracético, sem formação de água.  
 C) perda de íons hidroxila do ácido monofluoracético, com liberação de hidróxido de sódio.  
 D) neutralização do ácido monofluoracético usando hidróxido de sódio, com liberação de água.  
 E) substituição dos íons hidrogênio por sódio na estrutura do ácido monofluoracético, sem formação de água.

03. "Em tempos de gripe suína, quem anda desaparecida é a dengue!" Esse foi um comentário de um estudante alertando as autoridades de que o Brasil está se esquecendo de que existe dengue.

Os cientistas, principalmente químicos, biólogos e farmacêuticos, buscam, incansavelmente, o tratamento para várias doenças, enquanto outros se preocupam em como evitá-las.

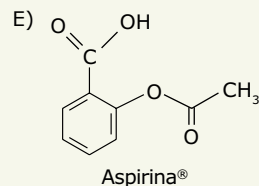
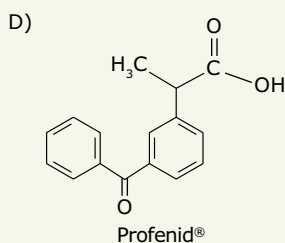
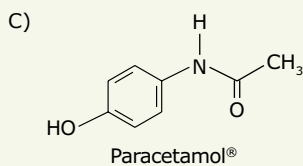
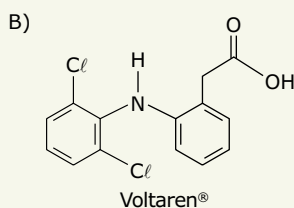
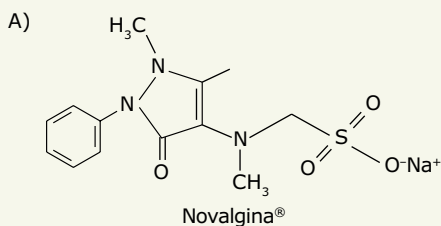
Em uma aula na faculdade de Química, o professor solicitou aos alunos que preparassem, em laboratório, o componente ativo do remédio utilizado no tratamento da dengue.

Fazendo uma revisão do Ensino Médio, o professor apresentou cinco estruturas de medicamentos e algumas instruções. A missão dos alunos era descobrir a estrutura correta e pesquisar como chegar até o remédio.

Para isso, as instruções foram:

- Apresenta pH menor que 7, em solução aquosa, indicando acidez.
- Possui anel benzênico em sua estrutura.
- Possui, em sua estrutura, o grupo metila.
- Contém uma carbonila.

Diante disso, os alunos que fizeram a opção correta procuraram, com a ajuda de professores, em livros e na Internet, os métodos para sintetizar o(a)



## SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



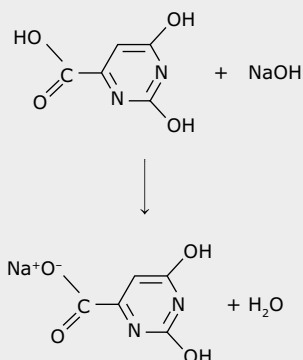
### GABARITO

Meu aproveitamento

#### Aprendizagem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

01. A  
 02. E  
 03. D  
 04. E  
 05. B  
 06. C  
 07.



08. D

#### Propostos

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- |                             |                                     |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| <input type="radio"/> 01. D | <input type="radio"/> 07. A         |
| <input type="radio"/> 02. E | <input type="radio"/> 08. B         |
| <input type="radio"/> 03. B | <input type="radio"/> 09. A         |
| <input type="radio"/> 04. D | <input type="radio"/> 10. Soma = 14 |
| <input type="radio"/> 05. B | <input type="radio"/> 11. B         |
| <input type="radio"/> 06. D | <input type="radio"/> 12. D         |

#### Seção Enem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

01. A  
 02. D  
 03. C



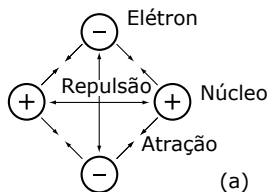
Total dos meus acertos: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ %

## Ligações Covalentes I

### AS INTERAÇÕES E AS ENERGIAS NA FORMAÇÃO DA LIGAÇÃO COVALENTE



Precisamos entender por que os átomos de elementos não metálicos podem se ligar uns aos outros uma vez que não podem formar íons de cargas opostas. Primeiramente, é preciso entender que os elementos não metálicos possuem altas energias de ionização e não costumam formar cátions. Lewis propôs que cada átomo em uma molécula é ligado por um par de elétrons compartilhado. Ele imaginou que o par de elétrons compartilhado estava situado entre os dois átomos e interagiu com ambos os núcleos. A ligação covalente seria, então, resultado das interações de dois elétrons e dois núcleos, o que acaba provocando abaixamento da energia potencial nos átomos.



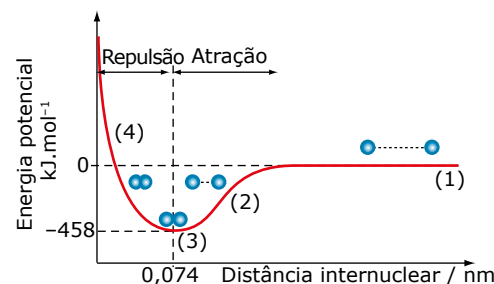
(a) Atrações e repulsões entre elétrons e núcleos na molécula de hidrogênio. (b) Distribuição eletrônica na molécula de  $H_2$ . A concentração de densidade eletrônica entre os núcleos leva a uma força de atração líquida que constitui a ligação covalente, que mantém a molécula unida.

### CONCEITO DE LIGAÇÃO COVALENTE



Ligação covalente consiste no compartilhamento de elétrons entre átomos. Esse compartilhamento leva à formação de espécies menos energéticas, ou mais estáveis que os átomos isolados.

A molécula de  $H_2$  fornece o exemplo mais simples de ligação covalente. Quando dois átomos de hidrogênio estão próximos, ocorrem interações eletrostáticas entre eles não apenas atrativas, mas também repulsivas. Os dois núcleos com cargas positivas repelem-se mutuamente, bem como os elétrons com suas cargas negativas. Entretanto, como já exposto, núcleos e elétrons atraem-se mutuamente e, para que uma molécula de  $H_2$  exista como espécie química estável, as forças atrativas devem superar as de repulsão. A figura a seguir mostra como essas forças afetam a energia potencial dos átomos de hidrogênio durante a formação da molécula.



(1) Primeiramente, os átomos estão a uma distância infinita um do outro. Nessa situação, praticamente, não há forças de atração ou repulsão entre eles e foi atribuído valor de energia potencial igual a zero para os átomos.

(2) Os átomos estão mais próximos e as interações entre eles já são importantes. As forças de atração núcleos-elétrons são mais intensas que as de repulsão, fazendo com que os átomos se aproximem, e essa aproximação produz abaixamento na energia potencial dos átomos.

(3) As forças de repulsão e de atração se equilibraram. Essa situação é a que abaixa mais a energia dos átomos e, portanto, a mais estável.

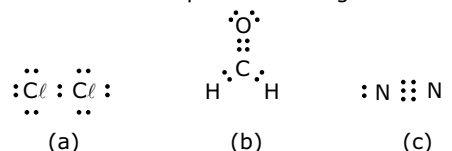
(4) Os átomos estão se aproximando muito e as forças de repulsão passam a ficar mais intensas que as de atração. Assim, a aproximação agora só ocorre se os átomos tiverem energia suficiente para vencer a repulsão. A tendência de dois átomos que estão muito próximos é de se afastarem um pouco para aumentar a estabilidade.

### CLASSIFICAÇÕES DAS LIGAÇÕES COVALENTE



#### Quanto à ordem

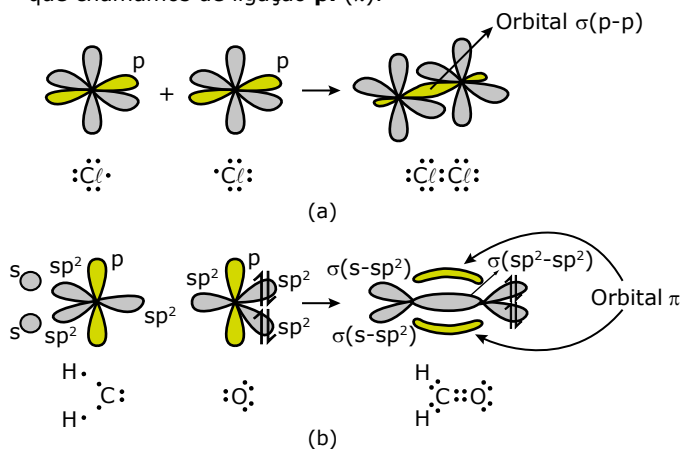
As ligações covalentes podem ser **simples** (ordem 1) quando um par de elétrons é compartilhado por dois átomos; **dupla** (ordem 2) quando dois pares de elétrons são compartilhados; ou ainda **tripla** (ordem 3) quando o número de pares de elétrons compartilhados é igual a três.



Estruturas de Lewis para algumas substâncias: (a) gás cloro com ligação simples, (b) metano com ligações simples e dupla e (c) gás nitrogênio com ligação tripla. Note que todos os átomos passam a ter configuração de gás nobre.

## Quanto à forma de interpenetração dos orbitais

A ligação covalente pode ser **sigma** ( $\sigma$ ) quando o orbital molecular é resultado da interpenetração frontal de orbitais atômicos, ou seja, orbitais que antes da interpenetração estavam no mesmo eixo. Porém, se os orbitais atômicos estiverem em eixos paralelos, podem interpenetrar-se lateralmente, originando um orbital molecular com dois lobos que chamamos de ligação **pi** ( $\pi$ ).

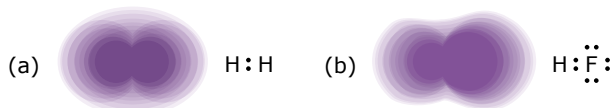


Formação das moléculas de cloro e metanal, mostrando a interpenetração de orbitais. Os modelos mostram apenas alguns orbitais de cada um dos átomos. (a) Na molécula de cloro, temos a formação de uma ligação  $\sigma$  pela fusão de dois orbitais atômicos do tipo  $p$ . (b) Na molécula de metanal, há três ligações  $\sigma$ : duas formadas pela fusão de orbitais  $s$  do hidrogênio com orbitais  $sp^2$  (híbridos) do carbono e outra proveniente da fusão do outro orbital  $sp^2$  do carbono com um do tipo  $sp^2$  do oxigênio. Podemos observar também a formação de uma ligação  $\pi$  a partir de dois orbitais  $p$ : um originário do carbono e outro do oxigênio.

## Quanto à polaridade

A ligação covalente pode apresentar algum caráter iônico quando houver diferença de eletronegatividade entre os átomos que a estabelecem. Esse caráter iônico é chamado de polaridade.

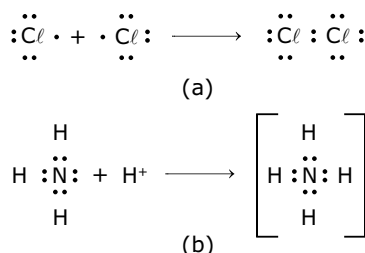
Quando dois átomos que se ligam possuem a mesma eletronegatividade, dizemos que se trata de **ligação covalente apolar**. Nesse caso, os dois átomos atraem o par eletrônico com a mesma intensidade. No caso de existir diferença de eletronegatividade entre os átomos, forma-se a **ligação covalente polar**. O átomo mais eletronegativo atrai mais fortemente os elétrons da ligação e, assim, é criado um polo negativo em torno desse átomo. Por outro lado, o átomo de menor eletronegatividade fica com menor densidade eletrônica e acaba sendo o polo positivo. Quando a diferença de eletronegatividade é muito grande, a ligação passa a ser iônica.



(a) A ligação apolar no hidrogênio. (b) A ligação polar no fluoreto de hidrogênio. É mostrada apenas a nuvem de carga do par compartilhado.

## Quanto à origem do par eletrônico

O par eletrônico compartilhado pode ser constituído de um elétron vindo de um átomo e outro proveniente de outro átomo e, nesse caso, chamamos de ligação covalente **normal**. Mas, quando os dois elétrons compartilhados vêm apenas de um dos átomos e passam a ocupar um orbital que resulta da fusão de dois outros orbitais: um preenchido e o outro vazio do segundo átomo, denominamos ligação covalente coordenada, antigamente chamada de ligação covalente dativa.



(a) Formação de uma ligação covalente normal entre dois átomos de cloro. Cada átomo contribuiu com um elétron. (b) Formação de uma ligação covalente coordenada entre a amônia e o cátion hidrogênio (próton). O par eletrônico, inicialmente, era só do nitrogênio e o hidrogênio apresentava um orbital vazio antes da ligação. A ligação covalente coordenada normalmente se estabelece entre uma espécie que tem pares eletrônicos isolados disponíveis (chamado de base de Lewis) e outra que tem orbitais vazios para acomodar elétrons (ácido de Lewis). Antes da ligação, o ácido de Lewis é carente em elétrons e a base de Lewis tem excesso de elétrons.

## FATORES QUE AFETAM A INTENSIDADE DA LIGAÇÃO COVALENTE



Os fatores que podem explicar a maior ou menor intensidade das ligações covalentes são: presença de pares isolados (elétrons não ligantes), tamanho dos átomos envolvidos (raio atômico) e ordem de ligação.

### Presença de pares isolados

Quando comparamos a entalpia de dissociação do  $Cl_2$  ( $254 \text{ kJ.mol}^{-1}$ ) e do  $H_2$  ( $432 \text{ kJ.mol}^{-1}$ ), percebemos que é muito mais fácil quebrar a ligação cloro-cloro do que a hidrogênio-hidrogênio. A ligação entre átomos de hidrogênio é mais forte em virtude de ele não apresentar pares isolados. A presença de pares isolados intensifica as forças de repulsão, enfraquecendo a ligação.

### Raio atômico

Quanto maiores forem os átomos envolvidos na ligação covalente, mais fraca ela será. Em ligações formadas por átomos grandes, as distâncias médias entre os orbitais moleculares formados e os núcleos dos átomos são maiores, diminuindo a intensidade das forças atrativas.

Veja como decresce a entalpia de dissociação dos halogenídretos com o aumento do respectivo halogênio:

HF (568 kJ.mol <sup>-1</sup> )	Decresce a intensidade das forças atrativas
HCl (431 kJ.mol <sup>-1</sup> )	
HBr (366 kJ.mol <sup>-1</sup> )	
HI (298 kJ.mol <sup>-1</sup> )	

## Ordem da ligação

Quanto maior o número de pares eletrônicos compartilhados, mais curta e mais intensa será a ligação covalente entre dois átomos. O aumento da ordem de ligação significa aumento no número de elétrons nela envolvidos, ou seja, aumento da carga negativa, o que determina aumento das forças atrativas.

Veja, por exemplo, as entalpias de dissociação médias de ligações carbono-carbono aumentando à medida que aumenta a ordem de ligação:

C—C (416 kJ.mol <sup>-1</sup> )	Cresce a intensidade das forças atrativas
C=C (613 kJ.mol <sup>-1</sup> )	
C≡C (845 kJ.mol <sup>-1</sup> )	



### Ligação covalente

Nesse vídeo, será possível entender como as ligações covalentes são formadas. Atente para a forma como ocorrem as interações entre orbitais atômicos, possibilitando o estabelecimento das ligações covalentes sigma ( $\sigma$ ) e pi ( $\pi$ ). Bons estudos!



HIT7

## FORMULAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS



Nós iremos lidar, a partir de agora, basicamente, com três tipos de fórmulas: molecular, eletrônica e estrutural plana.

### Fórmula molecular

A fórmula molecular somente indica os elementos existentes em uma molécula da substância e quantos átomos de cada elemento existem nela.

#### Exemplos:

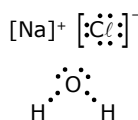
HCl  $\Rightarrow$  2 elementos: hidrogênio e cloro, com um átomo de cada.

H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>  $\Rightarrow$  3 elementos: hidrogênio, fósforo e oxigênio, com 3, 1 e 4 átomos, respectivamente.

### Fórmula eletrônica

A fórmula eletrônica é aquela que se baseia na representação de Lewis.

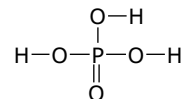
#### Exemplos:



## Fórmula estrutural plana

A fórmula estrutural plana é aquela que representa as ligações por meio de traços e setas, não importando a distribuição espacial dos átomos.

#### Exemplo:



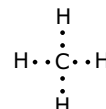
Agora, conseguiremos montar as fórmulas eletrônicas e estruturais a partir das fórmulas moleculares. Para isso, teremos de seguir algumas regras:

### 1ª Regra

O átomo que se encontra em menor quantidade deve ir para o centro e ficar rodeado pelos demais átomos.

#### Exemplos:

CH<sub>4</sub>:



NH<sub>3</sub>:



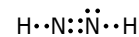
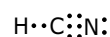
### 2ª Regra

Quando o número de átomos, na fórmula molecular, for igual, o elemento que possuir maior número de valências, normalmente, deve ir para o centro da molécula.

#### Exemplos:

HCN

N<sub>2</sub>H<sub>2</sub>



### 3ª Regra

Só será possível realizar uma ligação coordenada (dativa) quando o átomo central já estiver estável e com pelo menos um par de elétrons disponível.

#### Exemplo:

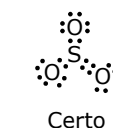
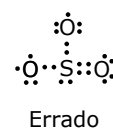
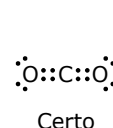
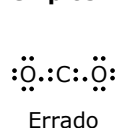


O enxofre já está estável e possui 2 pares de elétrons disponíveis para realizar ligações coordenadas.

### 4ª Regra

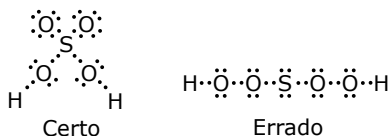
Quando começamos a ligar um determinado átomo a outro, só poderemos ligá-lo a um terceiro átomo após o primeiro se tornar estável.

#### Exemplos:

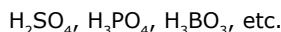


## 5ª Regra

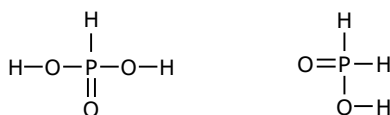
Em oxiações, normalmente, o hidrogênio encontra-se ligado ao oxigênio.



## Exemplos:



**CUIDADO!**  $\text{H}_3\text{PO}_3$  e  $\text{H}_3\text{PO}_2$  só possuem 2 H e 1 H ligados ao oxigênio, respectivamente. Os demais hidrogênios estão ligados diretamente ao fósforo.



## OBSERVAÇÃO

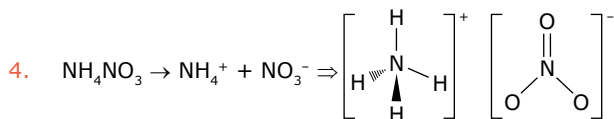
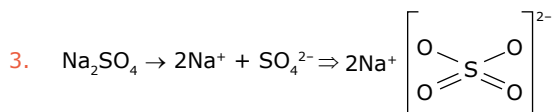
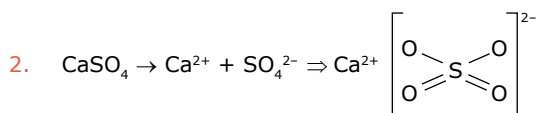
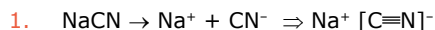
Os hidrogênios que se ligam ao oxigênio são facilmente liberados quando tais substâncias são colocadas em meio aquoso. Dessa forma, são denominados hidrogênios ionizáveis e representados por  $\text{H}^+$ .

Para facilitar a confecção das fórmulas estruturais dos oxiações, a sequência das ligações é: hidrogênio liga-se ao oxigênio, e este liga-se ao átomo central.

## 6ª Regra

Em compostos iônicos que possuem ligações covalentes, os metais sempre devem estar próximos aos átomos que rodeiam os átomos centrais.

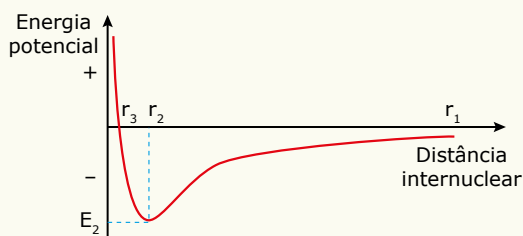
## Exemplos:



## EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (UFMG) O gráfico representa a variação de energia potencial em função da distância internuclear, quando átomos de hidrogênio se aproximam para formar a molécula de  $\text{H}_2$ .



Sobre esse gráfico, todas as afirmativas estão corretas, exceto

- A) A distância  $r_2$  corresponde ao comprimento de ligação.  
 B) A energia de ligação é  $-E_2$ .  
 C) A estabilidade molecular é máxima na distância  $r_3$ .  
 D) Os átomos estão isolados na distância  $r_1$ .  
 E) Os átomos estão ligados na distância  $r_2$ .
02. (PUC Minas–2019) As ligações químicas são divididas em três tipos: ligações iônicas, ligações covalentes e ligações metálicas. Sobre elas, pode-se fazer as seguintes afirmativas:
- I. Na ligação covalente, os elétrons são compartilhados entre os átomos envolvidos na ligação química.  
 II. A ligação metálica é definida como o resultado da ligação química entre os metais de transição e os metais alcalinos.  
 III. As ligações iônicas são formadas por cátions (espécie receptora de elétrons) e ânions (espécie doadora de elétrons).

A afirmativa está correta em

- A) II e III, apenas.                      C) I, II e III.  
 B) I e III, apenas.                      D) I, apenas.
03. (UFLA-MG) Assinale a alternativa na qual ambos os compostos apresentam ligações covalentes múltiplas (duplas ou triplas).



**Dados:** H (Z = 1), C (Z = 6), N (Z = 7), O (Z = 8), Al (Z = 13), Cl (Z = 17), K (Z = 19).

- A)  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{O}_2$                       D)  $\text{CO}_2$  e  $\text{N}_2$   
 B)  $\text{H}_2\text{O}_2$  e  $\text{HCl}$                       E)  $\text{AlCl}_3$  e  $\text{KCl}$   
 C)  $\text{Cl}_2$  e  $\text{NH}_3$



04.  
N3FN

(PUCPR) Sabe-se que a interação entre átomos que se ligam na formação de novas substâncias é feita através de seus elétrons mais externos.

Uma combinação possível entre o elemento A com a configuração eletrônica  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$  e outro B ( $Z = 16$ ) terá fórmula e ligação, respectivamente,

- A) AB e ligação covalente apolar.
- B)  $A_2B$  e ligação iônica.
- C)  $A_2B_3$  e ligação covalente polar.
- D)  $AB_2$  e ligação iônica.
- E)  $A_2B$  e ligação covalente polar.

05. (UEPG-PR) Considerando-se os elementos químicos e seus respectivos números atômicos H ( $Z = 1$ ), Na ( $Z = 11$ ), Cl ( $Z = 17$ ) e Ca ( $Z = 20$ ), assinale o que for correto.

- 01. No composto  $CaCl_2$  encontra-se uma ligação covalente polar.
- 02. No composto  $NaCl$  encontra-se uma ligação iônica.
- 04. No composto  $Cl_2$  encontra-se uma ligação covalente polar.
- 08. No composto  $H_2$  encontra-se uma ligação covalente apolar.

Soma ( )

06. (Mackenzie-SP) A fosfina é um gás autoinflamável, formado por fósforo e hidrogênio, produzido na decomposição de matérias orgânicas. Assim, em cemitérios, por vezes, as pessoas se assustam ao se depararem com nuvens desse gás e, se correrem, devido ao deslocamento de ar, têm a impressão de que o fogo as acompanha. Esse fenômeno é conhecido por fogo-fátuo.

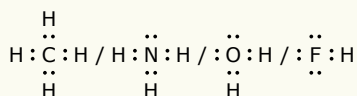
**Dado:** Número atômico P = 15, H = 1.

Com relação à fosfina, é incorreto afirmar que

- A) tem fórmula molecular  $PH_3$ .
- B) possui três ligações covalentes sigma.
- C) o fósforo possui um par de elétrons disponível.
- D) não possui ligação pi.
- E) tem fórmula estrutural  $P \equiv H$ .

07.  
E9Y0

(Unicamp-SP) Observam-se as seguintes fórmulas eletrônicas (fórmulas de Lewis):



Consulte a classificação periódica dos elementos e escreva as fórmulas eletrônicas das moléculas formadas pelos seguintes elementos:

- A) Fósforo e hidrogênio
- B) Enxofre e hidrogênio
- C) Flúor e carbono

08.  
KJ1F

(UDESC) Os tipos de ligações químicas dos compostos  $NH_3$ ;  $CO_2$ ;  $Fe_2O_3$ ;  $Cl_2$ ; KI são, respectivamente,

- A) covalente polar, covalente polar, iônica, covalente apolar, iônica.
- B) covalente apolar, iônica, covalente polar, covalente apolar, iônica.
- C) covalente apolar, covalente polar, iônica, covalente apolar, iônica.
- D) covalente polar, covalente apolar, iônica, covalente polar, iônica.
- E) covalente polar, covalente apolar, iônica, covalente apolar, covalente polar.

## EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (UEFS-BA-2018) Um exemplo de composto iônico no qual o cátion apresenta átomos unidos por ligação covalente é o representado pela fórmula:

- A)  $PBr_3$
- B) KI
- C)  $NaHCO_3$
- D)  $NH_4Cl$
- E)  $CO(NH_2)_2$

02. (UEL-PR-2019) A ONU (Organização das Nações Unidas) proclamou 2019 como o ano internacional da Tabela Periódica dos Elementos Químicos. A homenagem simboliza parte do que essa incrível ferramenta representa para a ciência, na qual uma rápida consulta permite a obtenção de uma grande quantidade de informações.

Consulte a classificação periódica dos elementos químicos para identificar a natureza das substâncias mais simples formadas entre os elementos de cada um dos pares a seguir:

- Mg (magnésio) e Cl (cloro)
- F (flúor) e P (fósforo)

Com base nessa identificação, responda aos itens a seguir:

- A) Represente as fórmulas mínimas (ou moleculares) e as fórmulas eletrônicas (ou de Lewis) para essas substâncias.
- B) Explique por que apenas uma delas é condutora de eletricidade quando dissolvida em água.

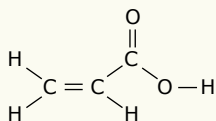
03. (FUVEST-SP) Considere as substâncias

- I. argônio;
- II. diamante;
- III. cloreto de sódio;
- IV. água.

Dentre elas, apresentam ligações covalentes apenas

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

04. (UFF-RJ) As ligações químicas nos compostos orgânicos podem ser do tipo  $\sigma$  ou  $\pi$ . A ligação  $\sigma$  é formada pela interação de dois orbitais atômicos, segundo o eixo que une os dois átomos, ao passo que na ligação  $\pi$ , a interação dos orbitais atômicos se faz segundo o plano que contém o eixo da ligação.



Na estrutura representada, tem-se

- A) 2 ligações  $\sigma$  e 6 ligações  $\pi$ .  
 B) 2 ligações  $\sigma$  e 8 ligações  $\pi$ .  
 C) 4 ligações  $\sigma$  e 4 ligações  $\pi$ .  
 D) 6 ligações  $\sigma$  e 2 ligações  $\pi$ .  
 E) 8 ligações  $\sigma$  e 2 ligações  $\pi$ .
05. (UEA-AM) Um composto iônico que apresenta ligação covalente em seu ânion é o
- A) nitreto de sódio,  $\text{Na}_3\text{N}$ .  
 B) hidróxido de cálcio,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .  
 C) óxido de cobre (II),  $\text{CuO}$ .  
 D) cloreto de amônio,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .  
 E) hidreto de lítio,  $\text{LiH}$ .

06. (UFT-TO) A regra do octeto é um guia útil para a compreensão da ligação química. Essa regra diz que um átomo diferente do hidrogênio tende a formar ligações de modo a ficar rodeado por oito elétrons de valência. Das alternativas a seguir, a que possui um composto que não segue a regra do octeto é:

- A)  $\text{ICl}$   
 B)  $\text{CO}_2$   
 C)  $\text{NO}$   
 D)  $\text{O}_2$   
 E)  $\text{N}_2$

07. (PUC-Campinas-SP)

### Medusas

Pessoas acidentalmente atingidas por espécies venenosas de medusas, como as vespas-do-mar, apresentam ferimentos iguais aos provocados por açoites, algumas morrem de choque anafilático. Esses "ataques" nada têm a ver com fome ou agressividade: a maioria das medusas é tão cega e desajeitada que não conseguem desviar-se de seus nadadores.

Além de coletarem alimentos, algumas espécies criam algas sob suas campânulas. Na convivência simbiótica que se estabelece, elas fornecem o alimento e, em troca, recebem proteção das zooxantelas, ao mesmo tempo que lhes proporcionam as melhores condições de crescimento possíveis: durante o dia, a água-viva Mastigias, por exemplo, nada perto da superfície aquática para ajudar na fotossíntese das algas; à noite, ela desce para zonas mais profundas, onde a concentração de amônia é maior, e "aduba" suas protegidas.

GEO, n. 25, p. 59.

A amônia é transformada em íons amônio quando recebe um próton  $\text{H}^+$ . A ligação formada entre o próton e a molécula de amônia é

- A) iônica.  
 B) covalente normal.  
 C) covalente coordenada.  
 D) de hidrogênio.  
 E) metálica.

08.  
ZN43



- (UEPG-PR) Quando uma reação química ocorre entre dois átomos, os seus elétrons de valência são rearranjados de tal forma que uma força resultante atrativa passa a existir entre eles. Essa força atrativa é a chamada ligação química.

Sobre as ligações químicas, assinale o que for correto.

01. Em uma molécula de  $\text{HCl}$ , o par de elétrons compartilhado na ligação encontra-se mais próximo do átomo de cloro, devido à sua maior eletronegatividade, o que caracteriza uma ligação apolar.  
 02. A ligação covalente se caracteriza pelo compartilhamento de elétrons de valência entre os átomos que participam da ligação.  
 04. O comprimento das ligações químicas independe do raio atômico dos átomos que participam da ligação.  
 08. Uma ligação iônica se forma quando um ou mais elétrons de valência são transferidos de um átomo para outro, dando origem a íons positivos e negativos.  
 16. Ligações covalentes do tipo sigma ( $\sigma$ ) somente ocorrem entre orbitais do tipo p de um átomo e do tipo s de outro átomo.

Soma ( )

09.  
0FAM



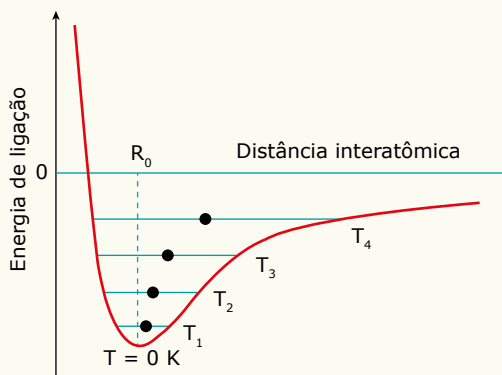
- (UFC-CE) Considere os seguintes compostos formados por nitrogênio e oxigênio:  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}_5$ .

A respeito dessas espécies, é correto afirmar que

- A) as ligações  $\text{N}-\text{O}$  têm a mesma energia em todas as espécies.  
 B) o átomo de N em todas as espécies obedece à regra do octeto.  
 C) a ligação  $\text{N}-\text{N}$  na molécula de  $\text{N}_2\text{O}_4$  tem caráter de dupla-ligação.  
 D) na molécula de  $\text{N}_2\text{O}_5$  existe a presença de uma ligação simples  $\text{N}-\text{N}$ .  
 E) a estrutura mais estável para a molécula de  $\text{N}_2\text{O}$  apresenta uma ligação  $\text{N}=\text{N}$ .



**02.** (Enem-2018) Alguns materiais sólidos são compostos por átomos que interagem entre si formando ligações que podem ser covalentes, iônicas ou metálicas. A figura apresenta a energia potencial de ligação em função da distância interatômica em um sólido cristalino. Analisando essa figura, observa-se que, na temperatura de zero kelvin, a distância de equilíbrio da ligação entre os átomos ( $R_0$ ) corresponde ao valor mínimo de energia potencial. Acima dessa temperatura, a energia térmica fornecida aos átomos aumenta a energia cinética e faz com que eles oscilem em torno de uma posição de equilíbrio média (círculos cheios), que é diferente para cada temperatura. A distância de ligação pode variar sobre toda a extensão das linhas horizontais, identificadas com o valor da temperatura, de  $T_1$  a  $T_4$  (temperaturas crescentes).



O deslocamento observado na distância média revela o fenômeno da

- A) ionização.
- B) dilatação.
- C) dissociação.
- D) quebra de ligações covalentes.
- E) formação de ligações metálicas.

## SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



### GABARITO

Meu aproveitamento

#### Aprendizagem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. C
- 02. D
- 03. D
- 04. B
- 05. Soma = 10
- 06. E

07.

- A)  $\text{H} \begin{array}{c} \text{:P:} \\ \text{H} \end{array} \text{H}$
- B)  $\begin{array}{c} \text{:S:} \\ \text{H} \end{array} \text{H}$
- C)  $\begin{array}{c} \text{:F:} \\ \text{:F:C:F:} \\ \text{:F:} \end{array}$

08. A

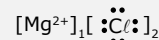
### Propostos

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

01. D

02.

- A) De acordo com as propriedades periódicas dos elementos magnésio (grupo 2) e cloro (grupo 17), eles estabelecem ligação iônica, formando substância de natureza iônica. A fórmula mínima é  $\text{MgCl}_2$ . A fórmula eletrônica é:



Fósforo (grupo 15) e flúor (grupo 17) estabelecem ligação covalente, formando substância de natureza molecular.

A fórmula mínima é  $\text{PF}_3$ .

A fórmula eletrônica é:



- B) A substância condutora de eletricidade, quando dissolvida em água, é  $\text{MgCl}_2$ , por se tratar de um composto iônico solúvel em água. Com a dissolução desta substância, ocorre a dissociação dos íons. Os íons livres,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Cl}^-$ , correspondem às cargas elétricas responsáveis por conduzirem eletricidade. O  $\text{PF}_3$ , embora polar, é um composto molecular que, ao se dissolver em água, não conduz eletricidade.

03. D

08. Soma = 02

04. E

09. E

05. B

10. C

06. C

11. V V F V F

07. C

12. B

### Seção Enem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

01. C

02. B

Total dos meus acertos: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ %

## Introdução à Termoquímica

As reações químicas têm como um de seus aspectos mais importantes a variação energética que as acompanha.

A energia dos alimentos e a da queima dos combustíveis fósseis, que são utilizados diretamente pelo homem, por exemplo, são fontes secundárias de energia, pois a fonte primária de energia do nosso planeta é o Sol. A energia transferida pelo Sol é acumulada, principalmente, nos vegetais pelo processo fotossintético, em que há a transformação de energia luminosa em energia química (associada a ligações químicas das substâncias).

Quando uma reação química ocorre, há quebra e formação de ligações e, conseqüentemente, liberação ou absorção dessa energia sob a forma de energia térmica.

A Termoquímica é a parte da Termodinâmica que estuda especificamente as quantidades de energia térmica transformadas ou trocadas entre o sistema e o meio durante uma reação química.

Antes de começarmos a estudar os efeitos energéticos que acompanham as reações químicas, são necessários alguns conceitos básicos que vêm a seguir.

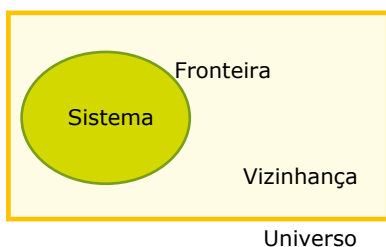
### CONCEITOS FUNDAMENTAIS

#### Universo, sistema e vizinhança

Tudo aquilo que é objeto de estudo ou de observação será denominado sistema. Os arredores de um sistema são denominados meio ou vizinhança. Existe um limite físico que separa o sistema da vizinhança, a fronteira.

O conjunto formado por sistema, vizinhança e fronteira é denominado universo.

Veja o esquema a seguir:



#### Tipos de sistemas

Os sistemas podem ser classificados em três tipos: aberto, fechado ou isolado.

Um sistema aberto é aquele que não apresenta fronteiras e pode trocar massa e energia com a vizinhança.

**Exemplo:** Um copo, sem tampa, com água vaporizando.

Um sistema fechado é aquele que apresenta fronteiras e não pode trocar massa, mas pode trocar energia com a vizinhança.

**Exemplos:** Um copo, com tampa, com água vaporizando; uma bolsa térmica.

Quando um sistema é isolado, as suas fronteiras não permitem a troca de massa e de energia entre sistema e vizinhança.

**Exemplo:** Café no interior da cafeteira térmica.

#### Temperatura

A temperatura é a medida da energia cinética média ou do grau de agitação das partículas formadoras de um sistema. Quanto maior a temperatura, maiores são a energia cinética média e o grau de agitação das partículas de um sistema.

Pelas definições de energia cinética, temos:

- Termodinamicamente:  $E_c = KT$

- Mecanicamente:  $E_c = \frac{mv^2}{2}$

Igualando-se as duas equações:

$$KT = \frac{mv^2}{2}$$

$$\therefore T \propto v^2$$

A temperatura é diretamente proporcional ao quadrado da velocidade média das partículas de um sistema. Assim, em relação a dois sistemas A e B, pode-se concluir que:

$$E_{cA} > E_{cB} \therefore T_A > T_B$$

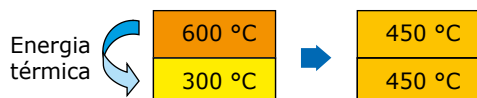
#### OBSERVAÇÃO

Quando um corpo absorve energia térmica, nem sempre haverá aumento de temperatura, pois esta pode ser utilizada apenas para aumentar a energia potencial de suas partículas sem aumentar a energia cinética.

## Calor

A energia térmica trocada entre dois sistemas é denominada calor ou energia calorífica. O calor só é verificado na transmissão de energia entre dois corpos com diferentes temperaturas, sempre do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. Dessa forma, podemos redefinir calor classificando-o como energia térmica em trânsito.

Veja o exemplo:



O calor se propaga do corpo de 600 °C para o de 300 °C. Após algum tempo, estabelece-se o equilíbrio térmico entre eles.

Daí, surge o **Princípio Zero da Termodinâmica**.

Dois corpos em contato atingirão o equilíbrio térmico quando possuírem a mesma temperatura, ou seja, a mesma energia cinética média entre suas partículas constituintes.

As unidades de medida de calor são:

- Joule (J) ⇒ é a unidade de medida utilizada pelo Sistema Internacional (SI). Um joule (1 J) é o trabalho realizado por uma força de um Newton (1 N), que, ao ser aplicada a um corpo, o deslocará por uma distância de um metro na direção de aplicação da força.

$$1 \text{ kJ} = 1\,000 \text{ J}$$

- Caloria (cal) ⇒ uma caloria é a quantidade de calor necessária para elevar de 1 °C a temperatura de 1 g de água de 14,5 °C para 15,5 °C.

$$1 \text{ kcal} = 1\,000 \text{ cal}$$

Fatores de conversão:

$$1 \text{ J} = 0,239 \text{ cal}$$

$$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$$

Observe que há equivalência entre energia e trabalho na definição de joule, porque, apesar de não ser definida, a energia pode ser conceituada como a capacidade de realizar trabalho.

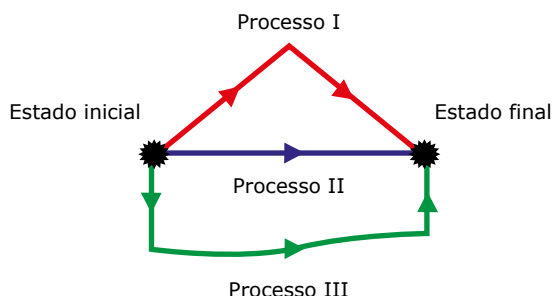
## Entalpia (H)

Como a maioria das reações químicas ocorre em sistemas abertos em contato com a atmosfera, e admitindo-se que a pressão atmosférica se mantém constante no local onde se realiza a reação, o calor trocado entre o sistema e a vizinhança é denominado entalpia.

Entalpia ⇒ Calor à pressão constante

A entalpia de um sistema corresponde à energia cinética de suas moléculas e à energia potencial dos elétrons e dos núcleos dos átomos formadores das moléculas. Após uma transformação, a entalpia do sistema é alterada.

A entalpia é uma função de estado, pois é uma grandeza que não depende dos estados intermediários pelos quais passa a reação, mas sim de seus estados inicial e final.



Definiremos variação de entalpia ( $\Delta H$ ) como:

$$\Delta H = H_{\text{final}} - H_{\text{inicial}}$$

Para os processos I, II e III, temos o mesmo  $\Delta H$ , pois os estados final e inicial são os mesmos. Em uma reação, o estado final corresponde aos produtos, e o estado inicial corresponde aos reagentes.

inicial ⇒ final

reagentes ⇒ produtos

Assim:

$$\Delta H = H_{\text{produtos}} - H_{\text{reagentes}}$$

## REAÇÕES EXOTÉRMICAS E ENDOTÉRMICAS



Em reações químicas, o  $\Delta H$  pode assumir os seguintes valores:  $\Delta H > 0$  ou  $\Delta H < 0$ , o que determina o tipo de reação, endotérmica ou exotérmica, respectivamente.

### OBSERVAÇÃO

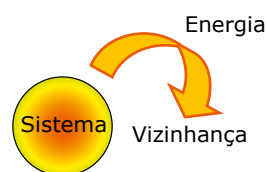
Em uma reação, o  $\Delta H$  não poderá ser igual a zero, pois, se isso ocorrer, o conteúdo energético total dos reagentes e dos produtos será o mesmo, o que só ocorrerá se os produtos e os reagentes forem iguais. Isso acontecerá quando não houver uma reação, já que os reagentes não se transformaram.

### Exotérmicas

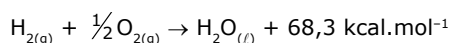
Reações exotérmicas são aquelas que liberam energia térmica. Os reagentes são mais energéticos do que os produtos. A energia liberada pelo sistema promove o aumento da temperatura do meio.

$$\Delta H < 0, \text{ logo } H_p < H_r$$

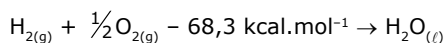
Esquema:



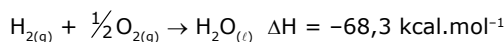
Representação por meio de equações:



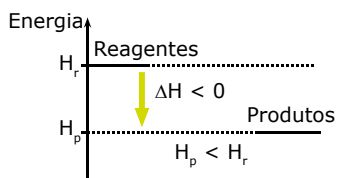
ou



ou ainda



Representando essa reação em um sistema de coordenadas, temos:



Durante as reações exotérmicas, a energia potencial média das partículas formadoras do sistema diminui. Consequentemente, ocorre um aumento da energia cinética média das partículas formadoras do sistema e, portanto, um aumento da temperatura do sistema. Como a temperatura do sistema é maior do que a temperatura da vizinhança, parte da energia cinética do sistema é liberada para a vizinhança, diminuindo a temperatura do sistema e aumentando a temperatura da vizinhança, até que haja o equilíbrio térmico entre os dois.

Após o estabelecimento do equilíbrio térmico, as temperaturas do sistema e da vizinhança são iguais, porém, maiores do que as suas temperaturas iniciais.

Ou seja,

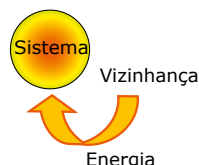
um processo exotérmico aumenta a temperatura do sistema e a da vizinhança.

## Endotérmicas

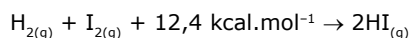
Reações endotérmicas são aquelas que absorvem energia térmica. Os reagentes são menos energéticos que os produtos. A energia absorvida pelo sistema promove a diminuição da temperatura da vizinhança.

$$\Delta H > 0, \text{ logo } H_p > H_r$$

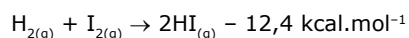
Esquema:



Representação por meio de equações:



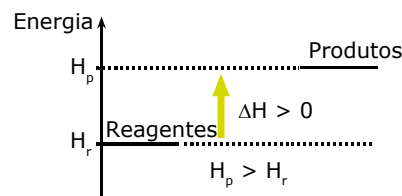
ou



ou ainda



Representando essa reação em um sistema de coordenadas, temos:



Durante as reações endotérmicas, a energia potencial média das partículas formadoras do sistema aumenta. Consequentemente, ocorre uma diminuição da energia cinética média das partículas formadoras do sistema e, portanto, uma diminuição da temperatura do sistema. Como a temperatura do sistema é menor do que a temperatura da vizinhança, parte da energia cinética da vizinhança é absorvida pelo sistema, aumentando a temperatura do sistema e diminuindo a da vizinhança, até que haja o equilíbrio térmico entre os dois.

Após o estabelecimento do equilíbrio térmico, as temperaturas do sistema e da vizinhança são iguais, porém, menores do que as suas temperaturas iniciais.

Ou seja,

um processo endotérmico diminui a temperatura do sistema e a da vizinhança.

### CONTEÚDO NO Bernoulli Play

#### Processos endotérmicos e exotérmicos

Ao assistir aos vídeos "Processos endotérmicos" e "Processos exotérmicos", fique atento para a conservação da energia interna que ocorre em sistemas isolados. Após a fronteira ser retirada, observe as trocas de energia cinética entre o sistema e a vizinhança e como isso influencia nas temperaturas do sistema e da vizinhança. Boa atividade!

A5W1

K1JX

## Variação de energia térmica em processos físicos

Os processos físicos que ocorrem com variação de temperatura são classificados como exotérmicos ou endotérmicos.

Nos processos físicos endotérmicos, ocorre um aumento na energia potencial do sistema devido à diminuição da intensidade das interações coesivas entre as partículas que o formam. Caso o sistema seja isolado durante o processo físico endotérmico, ocorrerá uma diminuição da energia cinética média das partículas e, consequentemente, de sua temperatura.

**Exemplo:** A vaporização da água.

Nos processos físicos exotérmicos, ocorre uma diminuição na energia potencial do sistema devido ao aumento da intensidade das interações coesivas entre as partículas que o formam. Caso o sistema seja isolado durante o processo físico exotérmico, ocorrerá um aumento da energia cinética média das partículas e, consequentemente, de sua temperatura.

**Exemplo:** A condensação do vapor de água.



## EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



**01.** (IFRS) A respeito dos fenômenos térmicos, analise as afirmações a seguir:

- I. Em locais muito frios, é conveniente a instalação de sistemas de calefação para aquecer os ambientes. É recomendado que esse sistema seja instalado na parte superior da parede do ambiente para que o ar quente possa circular com mais facilidade.
- II. Quando as mãos são atritadas, aumenta a energia cinética das moléculas em fricção, o que provoca uma elevação de temperatura das mãos.
- III. Equilíbrio térmico é a situação caracterizada pela igualdade entre a temperatura dos corpos em contato.
- IV. Calor é a energia transferida de um corpo para o outro em função da diferença de temperatura entre esses corpos.
- V. O conceito de calor está relacionado com a sensação térmica, ou seja, um dia em que a temperatura ambiente está em torno de 36 °C, apresenta um alto índice de calor.

Estão corretas apenas

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

**02.** (UERJ) As equações químicas a seguir representam reações de síntese, realizadas em diferentes condições, para a obtenção de uma substância hipotética XY.



- I.  $X_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightarrow 2XY_{(l)} + Q_1$
- II.  $X_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightarrow 2XY_{(s)} + Q_2$
- III.  $X_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightarrow 2XY_{(g)} + Q_3$

Considere  $Q_1$ ,  $Q_2$  e  $Q_3$  as quantidades de calor liberadas, respectivamente, nas reações I, II e III. A relação entre essas quantidades está expressa na seguinte alternativa:

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| A) $Q_1 > Q_2 > Q_3$ | C) $Q_3 > Q_1 > Q_2$ |
| B) $Q_2 > Q_1 > Q_3$ | D) $Q_3 > Q_2 > Q_1$ |

**03.** (PUC Minas) Considere as transformações a seguir:

- I. Congelação da água.
- II. Vaporização da água.
- III. Fusão do gelo.
- IV. Condensação do vapor de água.

São transformações que liberam calor:

- A) I e II
- B) I e IV
- C) III e IV
- D) II e III

**04.** (Fatec-SP) Fazer a mala para uma viagem poderá ser tão simples como pegar algumas latas de *spray*, que contenham uma mistura de polímero coloidal, para fazer suas próprias roupas "*spray-on*". Tanto faz se é uma camiseta ou um traje noturno, o tecido "*spray-on*" é uma novidade para produzir uma variedade de tecidos leves. A fórmula consiste em fibras curtas interligadas com polímeros e um solvente que produz o tecido em forma líquida. Esse tecido provoca uma sensação fria ao ser pulverizado no corpo, mas adquire a temperatura corporal em poucos segundos. O material é pulverizado diretamente sobre a pele nua de uma pessoa, onde seca quase instantaneamente.



Disponível em: <<http://tinyurl.com/qermcv6>>. Acesso em: 29 ago. 2014. Original colorido (Adaptação).

- A sensação térmica provocada pelo tecido "*spray-on*", quando pulverizado sobre o corpo, ocorre porque o solvente
- A) absorve calor do corpo, em um processo endotérmico.
  - B) absorve calor do corpo, em um processo exotérmico.
  - C) condensa no corpo, em um processo endotérmico.
  - D) libera calor para o corpo, em um processo exotérmico.
  - E) libera calor para o corpo, em um processo endotérmico.

**05.** (UEA-AM) Considere algumas características do Teatro Amazonas.



Disponível em: <[g1.globo.com](http://g1.globo.com)>. Acesso em: 04 nov. 2016.

A cúpula do teatro é composta de 36 mil peças de escamas em cerâmica esmaltada e telhas vitrificadas, vindas da Alsácia. Foi adquirida na Casa Koch Frères, em Paris. A pintura ornamental é da autoria de Lourenço Machado. O colorido original, em verde, azul e amarelo, é uma analogia à exuberância da bandeira brasileira.

Disponível em: <[www.culturamazonas.am.gov.br](http://www.culturamazonas.am.gov.br)>. Acesso em: 04 nov. 2016.

Sob o chão, câmaras eram usadas para armazenar gelo que, com o vento que vinha por meio de tubos do lado de fora, saía por debaixo das cadeiras e servia como o ar-condicionado da época. Segundo os administradores do local, o gelo, na verdade, era neve que vinha de navio da Europa.

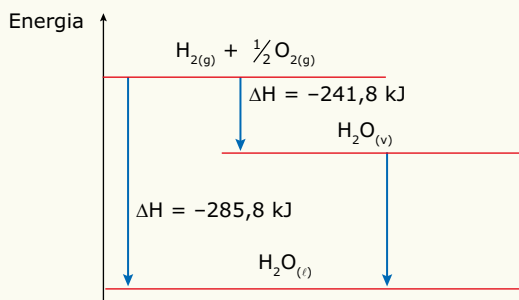
Disponível em: <[www.gazetaonline.globo.com](http://www.gazetaonline.globo.com)>. Acesso em: 04 nov. 2016.

- O princípio de funcionamento dessa espécie de ar-condicionado baseia-se no fato de o gelo sofrer uma
- decomposição exotérmica, que libera energia para o ambiente.
  - decomposição endotérmica, que absorve energia do ambiente.
  - mudança de estado exotérmica, que absorve energia do ambiente.
  - mudança de estado endotérmica, que libera energia para o ambiente.
  - mudança de estado endotérmica, que absorve energia do ambiente.

06. 0GD6



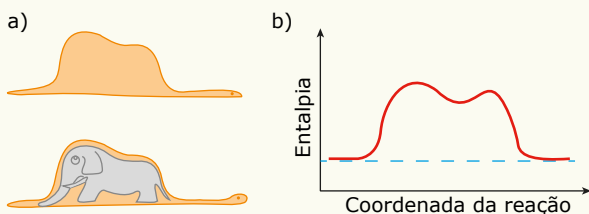
(UCB-DF) Numa sauna a vapor, o calor envolvido na condensação do vapor de água é, em parte, responsável pelo aquecimento da superfície da pele das pessoas que estão em seu interior, de acordo com o diagrama a seguir:



De acordo com as informações fornecidas, o que ocorrerá na transformação de 1 mol de água vaporizada em 1 mol de água líquida?

- Liberação de 44 kJ
- Absorção de 44 kJ
- Liberação de 527,6 kJ
- Absorção de 527,6 kJ
- N.d.a

07. (Unicamp-SP-2018) O livro *O Pequeno Príncipe*, de Antoine de Saint-Exupéry, uma das obras literárias mais traduzidas no mundo, traz ilustrações inspiradas na experiência do autor como aviador no norte da África. Uma delas, a figura (a), parece representar um chapéu ou um elefante engolido por uma jiboia, dependendo de quem a interpreta.



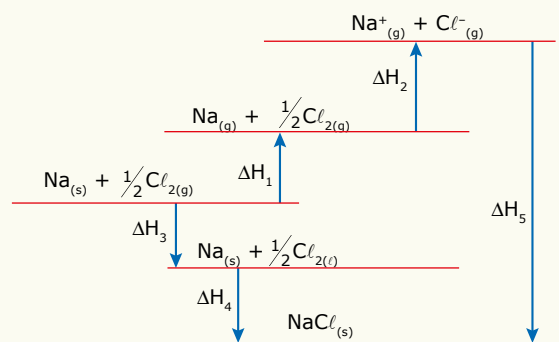
Para um químico, no entanto, essa figura pode se assemelhar a um diagrama de entalpia, em função da coordenada da reação (figura b). Se a comparação for válida, a variação de entalpia dessa reação seria

- praticamente nula, com a formação de dois produtos.
- altamente exotérmica, com a formação de dois produtos.
- altamente exotérmica, mas nada se poderia afirmar sobre a quantidade de espécies no produto.
- praticamente nula, mas nada se poderia afirmar sobre a quantidade de espécies no produto.

08. 8C7B



(Unicastelo-SP) Analise o diagrama de entalpia a seguir:



São transformações endotérmicas:

- Vaporização do cloro líquido e formação do cloreto de sódio sólido.
- Liquefação do cloro gasoso e vaporização do cloreto de sódio sólido.
- Liquefação do cloro gasoso e ionização do sódio sólido.
- Ionização do sódio gasoso e vaporização do cloreto de sódio sólido.
- Solidificação do sódio gasoso e ionização do cloro gasoso.

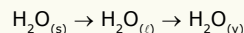
## EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. UTXJ



(UEPG-PR) Considerando a mudança de estado físico da água, assinale o que for correto.

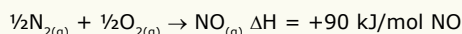


- A ordem de entalpia da água é  $H_2O_{(s)} < H_2O_{(l)} < H_2O_{(v)}$ .
- A fusão e a vaporização são processos endotérmicos.
04. Na condensação, a energia final é maior do que a energia antes da mudança de estado.
08. No processo de formação de cubos de gelo há perda de energia na forma de calor, com  $\Delta H < 0$ .
16. A entalpia de vaporização é positiva ( $\Delta H > 0$ ).  
Soma ( )

02.

(FACISB) Oxigênio, nitrogênio e hélio são gases utilizados em ambientes hospitalares com diversas aplicações em sistemas de manutenção da vida. Em geral, são fornecidos em cilindros, sob pressão.

Considere a reação:



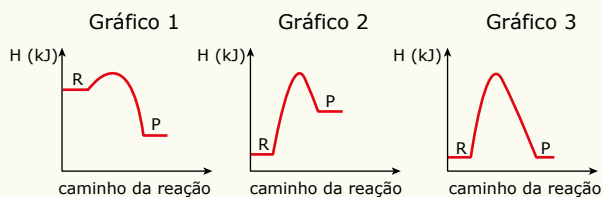
A equação que descreve corretamente a reação, incluindo os aspectos termoquímicos nela envolvidos, é:

- $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)} + 90 \text{ kJ}$
- $\frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow NO_{(g)} + 180 \text{ kJ}$
- $N_{2(g)} + O_{2(g)} + 90 \text{ kJ} \rightarrow 2NO_{(g)}$
- $N_{2(g)} + O_{2(g)} + 180 \text{ kJ} \rightarrow 2NO_{(g)}$
- $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)} + 180 \text{ kJ}$

**03.** (Fatec-SP-2019) Um incêndio atingiu uma fábrica de resíduos industriais em Itapevi, na Grande São Paulo. O local armazenava três toneladas de fosfeto de alumínio (AlP). De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), o fosfeto de alumínio reagiu com a água usada para apagar as chamas, produzindo hidróxido de alumínio e fosfina (PH<sub>3</sub>). A fosfina é um gás tóxico, incolor, e não reage com a água, porém reage rapidamente com o oxigênio liberando calor e produzindo pentóxido de difósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Segundo os médicos, a inalação do P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pode causar queimadura tanto na pele quanto nas vias respiratórias devido à formação de ácido fosfórico.

Disponível em: <<https://tinyurl.com/yafzufbo>>. Acesso em: 11 out. 2018 (Adaptação).

Os gráficos 1, 2 e 3 representam a variação da energia em função do caminho da reação para três transformações químicas, sendo R o reagente e P o produto de cada reação.



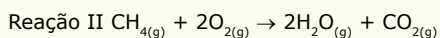
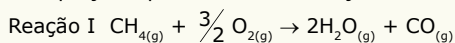
Entre os gráficos 1, 2 e 3, aquele que representa corretamente a reação da fosfina com o oxigênio, descrita no texto, é o

- gráfico 1, pois a reação é endotérmica e apresenta  $\Delta H_r^\circ < 0$ .
- gráfico 1, pois a reação é exotérmica e apresenta  $\Delta H_r^\circ < 0$ .
- gráfico 2, pois a reação é endotérmica e apresenta  $\Delta H_r^\circ > 0$ .
- gráfico 2, pois a reação é exotérmica e apresenta  $\Delta H_r^\circ < 0$ .
- gráfico 3, pois a reação é endotérmica e apresenta  $\Delta H_r^\circ > 0$ .

**04.** (UFMG) 2FZ1 A queima de metano na presença de oxigênio pode produzir duas substâncias distintas que contêm carbono:

- Monóxido de carbono, produzido pela combustão incompleta do metano; e
- Dióxido de carbono.

As equações químicas dessas reações são:

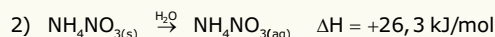
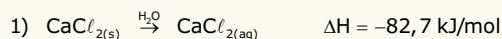


Considerando-se essas reações, é correto afirmar que

- ambas são exotérmicas e a quantidade de calor liberado em I é menor que em II.
- ambas são endotérmicas e a quantidade de calor absorvido em I é menor que em II.
- ambas são endotérmicas e a quantidade de calor absorvido em II é menor que em I.
- ambas são exotérmicas e a quantidade de calor liberado em II é menor que em I.

**05.** (Mackenzie-SP)

RPWI



Uma aplicação interessante do calor de dissolução são as compressas de emergência (saco plástico com cloreto de cálcio ou nitrato de amônio e ampola de água), usadas em atletas com contusões. Da dissolução das substâncias em água, tal como equacionadas anteriormente, fazem-se as afirmações:

- O cloreto de cálcio é usado em compressas quentes.
- O nitrato de amônio é usado em compressas frias.
- A equação 1 representa uma reação exotérmica.

Dessas afirmações,

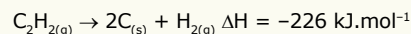
- somente I está correta.
- somente II está correta.
- somente I e III estão corretas.
- somente I e II estão corretas.
- I, II e III estão corretas.

**06.**

CGØC



(IFG-GO) O acetileno, conhecido pela nomenclatura IUPAC por etino, apresenta uma queima extremamente exotérmica, o qual é bastante utilizado em processos de soldagem, corte de metais por maçarico e em diversos processos que requeiram alta temperatura. Sua reação de decomposição pode ser representada pela seguinte equação balanceada:



Em relação a essa equação, é correto afirmar:

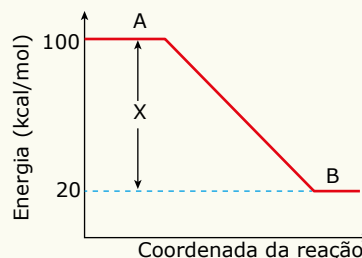
- Há uma liberação de calor, constituindo-se uma reação endotérmica.
- 2 mol de acetileno produzem 226 kJ.mol<sup>-1</sup> de calor.
- A entalpia dos produtos é igual à dos reagentes.
- Ocorre a liberação de calor, constituindo-se uma reação exotérmica.
- Invertendo-se a equação, a quantidade de calor envolvida na reação e o sinal da entalpia não se alteram.

**07.**

QKSN



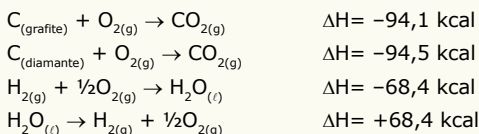
(UEPG-PR) Durante a Guerra do Golfo, os soldados aqueciam seus alimentos utilizando-se de recipientes de plástico que continham magnésio metálico. Para que houvesse o aquecimento, pequenas quantidades de água eram adicionadas ao magnésio, produzindo hidróxido de magnésio e hidrogênio. O diagrama de entalpia dessa reação é mostrado na figura a seguir. Com relação a esse diagrama, assinale o que for correto.



01. A reação do magnésio com a água é exotérmica.  
 02. A entalpia da reação é de  $\Delta H = -80$  kcal/mol.  
 04. O valor de X representa a variação de entalpia da reação.  
 08. A representa os reagentes da reação,  $Mg_{(s)}$  e  $H_2O_{(l)}$  e B os produtos  $Mg(OH)_{2(s)}$  e  $H_{2(g)}$ .  
 16. A diminuição da entalpia de A para B indica que houve liberação de calor.  
 Soma ( )

08. Q8Z0

(UEPG-PR) Com relação às equações a seguir, assinale o que for correto.

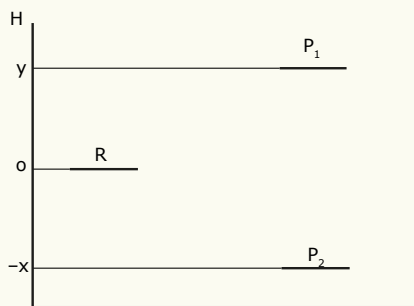


01. Considerando os valores de entalpia, pode-se afirmar que a variedade alotrópica  $C_{(diamante)}$  é mais estável que  $C_{(grafite)}$ .  
 02. O valor de  $\Delta H$  na equação de formação da água significa que houve liberação de 68,4 kcal/mol.  
 04. O carbono, na forma grafite ou diamante, ao reagir com  $O_{2(g)}$ , forma o mesmo produto com diferentes valores de  $\Delta H$ .  
 08. A decomposição da molécula de água consiste em processo exotérmico.

Soma ( )

09. 7KEU

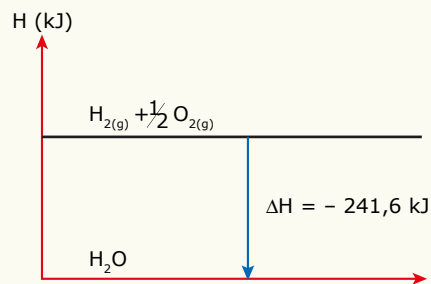
(UEG-GO) O gráfico a seguir representa a variação de entalpia para uma reação genérica que pode levar à formação dos produtos  $P_1$  e  $P_2$  a partir do reagente R.



- A análise do gráfico permite concluir que a  
 A) reação libera energia para produção de  $P_1$ .  
 B) produção de  $P_2$  é um processo endotérmico.  
 C) variação de entalpia para formação de  $P_1$  é y.  
 D) reação que leva a  $P_2$  ocorre com maior rendimento.

10. CX6Q

(UCS-RS) Atualmente, a indústria automobilística busca o desenvolvimento de motores que utilizam combustíveis alternativos (GNV, álcool, biodiesel, gás hidrogênio). Dentre esses, o  $H_2$  é considerado o combustível que não causa poluição. O gráfico seguinte representa a combustão do gás hidrogênio.



USBERCO, J.; SALVADOR, J. *Química*, 2: físico-química. 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2005. p. 146.

Analise, quanto à veracidade (V) ou falsidade (F), as proposições a seguir, com base na reação química de combustão do gás hidrogênio.

- ( ) Ocorre liberação de calor, ou seja, o processo é exotérmico.  
 ( ) Ocorre absorção de calor, ou seja, o processo é endotérmico.  
 ( ) Os reagentes ganham calor ao se converter em água.  
 ( ) O calor envolvido na formação de 180 g de água é de 2 416 kJ.

Assinale a alternativa que preenche corretamente os parênteses, de cima para baixo.

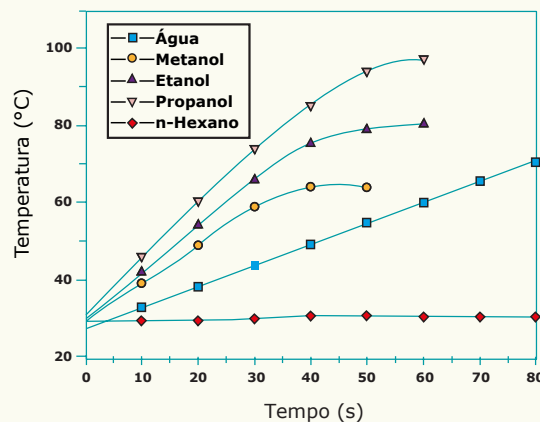
- A) V - F - V - F  
 B) F - V - V - V  
 C) F - V - F - V  
 D) F - V - V - F  
 E) V - F - F - V

## SEÇÃO ENEM



01. WCDU

(Enem) O aquecimento de um material por irradiação com micro-ondas ocorre por causa da interação da onda eletromagnética com o dipolo elétrico da molécula. Um importante atributo do aquecimento por micro-ondas é a absorção direta da energia pelo material a ser aquecido. Assim, esse aquecimento é seletivo e dependerá, principalmente, da constante dielétrica e da taxa de aquecimento de cinco solventes sob irradiação de micro-ondas.



BARBOZA, A. C. R. N. et al. Aquecimento em forno de micro-ondas. Desenvolvimento de alguns conceitos fundamentais. *Química Nova*, n. 6, 2001 (Adaptação).

No gráfico, qual solvente apresenta taxa média de aquecimento mais próxima de zero, no intervalo de 0 s a 40 s?

- A)  $H_2O$
- B)  $CH_3OH$
- C)  $CH_3CH_2OH$
- D)  $CH_3CH_2CH_2OH$
- E)  $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$

- 02.** (Enem) Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras “calor” e “temperatura” de forma diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é identificado como “algo quente” e temperatura mede a “quantidade de calor de um corpo”. Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática.

Do ponto de vista científico, que situação prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros de calor e temperatura?

- A) A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo em que estiver fervendo.
- B) Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.
- C) A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela.
- D) A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca a fim de diminuir sua temperatura.
- E) Um forno pode fornecer calor para uma vasilha de água que está em seu interior com menor temperatura do que a dele.

- 03.** (Enem) Ainda hoje, é muito comum as pessoas utilizarem vasilhames de barro (moringas ou potes de cerâmica não esmaltada) para conservar água a uma temperatura menor do que a do ambiente. Isso ocorre porque

- A) o barro isola a água do ambiente, mantendo-a sempre a uma temperatura menor que a dele, como se fosse isopor.
- B) o barro tem poder de “gelar” a água pela sua composição química. Na reação, a água perde calor.
- C) o barro é poroso, permitindo que a água passe através dele. Parte dessa água evapora, tomando calor da moringa e do restante da água, que são assim resfriadas.
- D) o barro é poroso, permitindo que a água se deposite na parte de fora da moringa. A água de fora sempre está a uma temperatura maior que a de dentro.
- E) a moringa é uma espécie de geladeira natural, liberando substâncias higroscópicas que diminuem naturalmente a temperatura da água.

- 04.** A febre se caracteriza por um aumento da temperatura do corpo. Em caso de infecção, inflamação ou determinadas doenças, a temperatura do corpo pode aumentar. Trata-se, então, de uma reação de defesa do organismo frente aos agressores.

Os efeitos do álcool (etanol) na pele intacta levaram muitos pais a usá-lo como um remédio caseiro rápido contra a febre em crianças pequenas. Isso ocorre porque

- A) o álcool, por ser “frio”, ao entrar em contato com a pele, ajuda a reduzir a temperatura corporal.
- B) o álcool, quando esfregado na pele, tem o poder de “gelar” a pele, devido à ocorrência de uma reação química, reduzindo a temperatura corporal.
- C) o álcool, quando esfregado na pele, evapora, retirando calor da pele, o que reduz potencialmente a temperatura corporal.
- D) o álcool, por ser bastante volátil, ao entrar em contato com a pele, evapora, liberando calor para o ambiente, o que facilita a redução da temperatura corporal.
- E) o álcool é absorvido pela pele, interage com a água e facilita a perda de líquido, o que ajuda a reduzir a temperatura corporal.

## SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



### GABARITO

Meu aproveitamento

#### Aprendizagem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. D
- 02. B
- 03. B
- 04. A
- 05. E
- 06. A
- 07. D
- 08. D

#### Propostos

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. Soma = 27
- 02. D
- 03. B
- 04. A
- 05. E
- 06. D
- 07. Soma = 31
- 08. Soma = 06
- 09. C
- 10. E

#### Seção Enem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

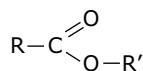
- 01. E
- 02. A
- 03. C
- 04. C



Total dos meus acertos: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ %

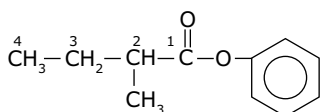
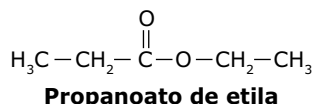
## Ésteres

São compostos derivados dos ácidos carboxílicos obtidos pela substituição do hidrogênio da carboxila por um radical carbônico. A reação entre um ácido carboxílico e um álcool (reação de esterificação) é uma das mais importantes para a obtenção dos ésteres. Tais compostos possuem o grupamento funcional carboxi.



### NOMENCLATURA IUPAC

A nomenclatura de um éster é derivada da nomenclatura dos ácidos carboxílicos. Deve-se apenas substituir a terminação **-ico** do ácido carboxílico pela terminação **-ato** seguida da preposição **de** e do **nome do radical ligado ao oxigênio**. Para numerar a cadeia principal de um éster, deve-se começar pelo carbono do grupamento carboxi.



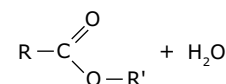
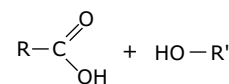
**2-metilbutanoato de fenila**

### REAÇÃO DE ESTERIFICAÇÃO

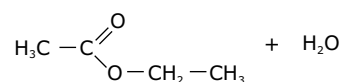
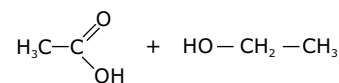
Um dos principais métodos de síntese de ésteres é a reação de esterificação direta ou esterificação de Fischer. Essa reação consiste em uma desidratação intermolecular entre uma molécula de ácido carboxílico e uma molécula de álcool, catalisada por ácidos inorgânicos fortes e concentrados, como  $\text{HCl}$  e  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Essa reação é reversível e, à temperatura ambiente, apresenta um rendimento da ordem de 60%. Para aumentar o rendimento da reação, ou seja, deslocar o equilíbrio no sentido dos produtos, deve-se, à medida que a água se forma, eliminá-la do sistema. Isso pode ser feito pela adição de  $\text{CaO}$ , que ao reagir com a água produz  $\text{Ca}(\text{OH})_{2(s)}$ .

A equação genérica que representa a esterificação é a seguinte:



**Exemplo:**



A reação de esterificação no sentido inverso é denominada hidrólise.

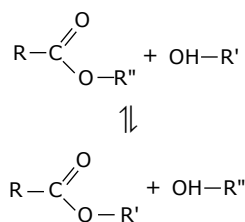
### REAÇÃO DE TRANSESTERIFICAÇÃO

Atualmente, um tipo de reação de produção de ésteres tem recebido bastante destaque na mídia, a transesterificação. Por meio dessa reação, é possível obter o biodiesel.

A reação de transesterificação consiste na reação entre um éster e um álcool catalisada por ácidos ou bases fortes, que origina um novo éster e um novo álcool.

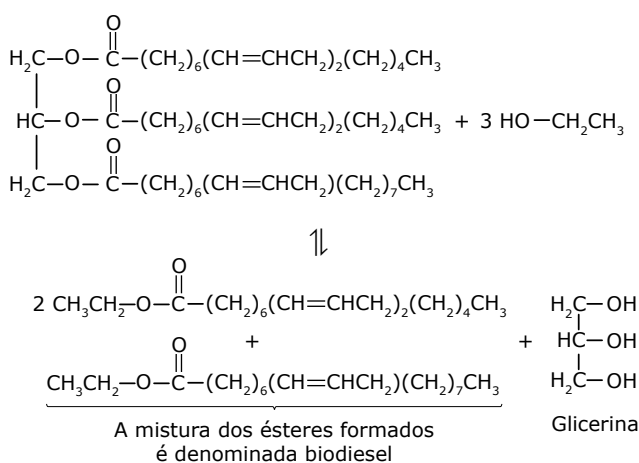


A equação genérica que representa a transesterificação é a seguinte:



O biodiesel é um combustível renovável (biocombustível) e biodegradável, obtido, comumente, a partir da reação de transesterificação entre um triacilglicerol, de origem animal ou vegetal, e um álcool, na presença de um catalisador ácido ou básico.

### Exemplo:



Os álcoois mais utilizados na produção do biodiesel são o metanol e o etanol.

## APLICAÇÕES DOS ÉSTERES

Os ésteres são utilizados como flavorizantes na indústria alimentícia na fabricação de doces, balas e refrigerantes; na indústria farmacêutica, na fabricação de xaropes e pastilhas, já que imitam o sabor e o odor de frutas. Os ésteres de cadeia longa são utilizados na fabricação de sabão.

## FONTES NATURAIS DOS ÉSTERES

Os ésteres são encontrados na natureza em essências de frutas, em óleos e gorduras animais e vegetais, nas ceras (de abelha, carnaúba) e nos fosfatídeos (lecitina do ovo e cefalina do cérebro).

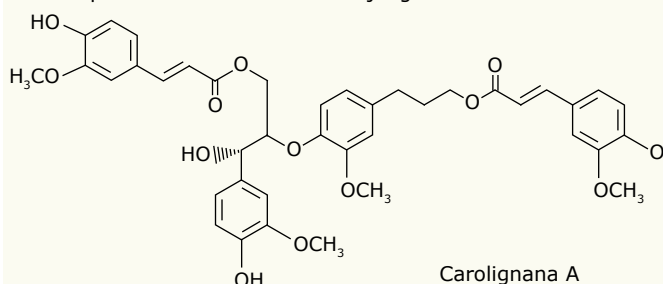
## EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (PUC Minas-2019) A reação química do ácido propanoico com o butanol resulta na formação de:

- A) Amida.
- B) Cetona.
- C) Aldeído.
- D) Éster.

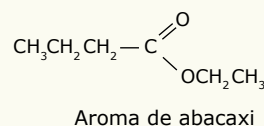
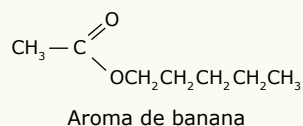
02. (UFV-MG) O composto denominado Carolignana A, cuja fórmula está representada a seguir, foi isolado no Departamento de Química da UFV a partir da planta *Ochroma lagopus*, popularmente conhecida como balsa, devido à baixa densidade de sua madeira, que é utilizada para o fabrico de caixões e jangadas.



Os grupos funcionais presentes na estrutura da Carolignana A, a partir da fórmula representada, são

- A) fenol, éter, éster, alqueno, anidrido.
- B) alqueno, fenol, anidrido, éster, cetona.
- C) fenol, aldeído, éster, éter, alqueno.
- D) amina, éter, éster, alqueno, álcool.
- E) fenol, éter, éster, alqueno, álcool.

03. (UFPI) Os aromas da banana e do abacaxi estão relacionados com as estruturas dos dois ésteres dados a seguir. Escolha a alternativa que apresenta os nomes sistemáticos das duas substâncias orgânicas.



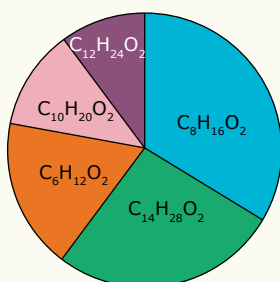
- A) Acetilpentanoato e etilbutanoato.
- B) Etanoato de pentila e butanoato de etila.
- C) Pentanoato de etila e etanoato de butila.
- D) Pentanoato de acetila e etanoato de butanoíla.
- E) Acetato de pentanoíla e butanoato de acetila.



04.  
JHWN

(UFPR) Um dos parâmetros que caracteriza a qualidade de manteigas industriais é o teor de ácidos carboxílicos presentes, o qual pode ser determinado de maneira indireta, a partir da reação desses ácidos com etanol, levando aos ésteres correspondentes. Uma amostra de manteiga foi submetida a essa análise e a porcentagem dos ésteres produzidos foi quantificada, estando o resultado ilustrado no diagrama a seguir:

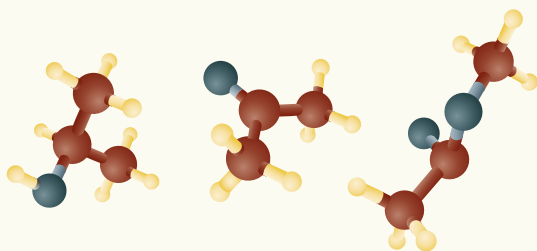
Composição de ésteres formados



O ácido carboxílico presente em maior quantidade na amostra analisada é o

- butanoico.
- octanoico.
- decanoico.
- dodecanoico.
- hexanoico.

05. (FUVEST-SP) As figuras a seguir representam moléculas constituídas de carbono, hidrogênio e oxigênio.

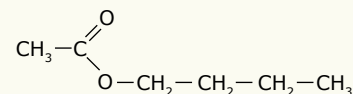


Elas são, respectivamente,

- etanoato de metila, propanona e 2-propanol.
- 2-propanol, propanona e etanoato de metila.
- 2-propanol, etanoato de metila e propanona.
- propanona, etanoato de metila e 2-propanol.
- propanona, 2-propanol e etanoato de metila.

06. (UFU-MG) A ciência tem estudado o efeito dos aditivos químicos – presentes em alimentos industrializados – com o intuito de indicar ou inibir seu consumo. Os flavorizantes ou aromatizantes, por exemplo, são substâncias utilizadas para imitar alguns sabores e também aromas de diversas frutas, como banana, laranja e uva, e podem ser naturais ou artificiais, de acordo com a especificidade do alimento.

Algumas balas e chicletes apresentam sabor de maçã verde, e a substância responsável por esse sabor é o etanoato de butila, cuja fórmula estrutural está representada a seguir:

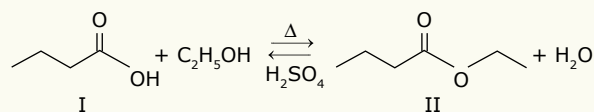


O etanoato de butila pode ser obtido pela reação entre

- etanal e ácido butanoico.
- etanona e cloreto de butila.
- ácido etanoico e butanal.
- ácido etanoico e butanol.

07.  
QU3D

(UECE-2018) Os flavorizantes são produzidos em grande quantidade em substituição às substâncias naturais. Por exemplo, a produção da essência de abacaxi usada em preparados para bolos é obtida através da reação de esterificação realizada com aquecimento intenso e sob refluxo. Atente aos compostos I e II apresentados a seguir:



Os nomes dos compostos orgânicos I e II são respectivamente

- etóxi-etano e butanoato de etila.
- ácido butanoico e butanoato de etila.
- ácido butanoico e pentanoato de etila.
- butanal e hexan-4-ona.

08. (UEL-PR) Sabe-se que, na fabricação de muitos sorvetes, são utilizados essências artificiais, as quais apresentam o cheiro agradável das frutas. Esses odores devem-se, principalmente, à presença de ésteres. A seguir, estão os nomes de alguns ésteres e a indicação de suas respectivas frutas.

- Abacaxi – butanoato de etila
- Framboesa – metanoato de isobutila
- Pêssego – metanoato de etila
- Maçã verde – etanoato de butila
- Damasco – butanoato de butila

O sorvete cuja essência foi obtida a partir da reação do ácido metanoico com o 2-metil propanol-1 terá aroma de

- abacaxi.
- damasco.
- framboesa.
- maçã verde.
- pêssego.

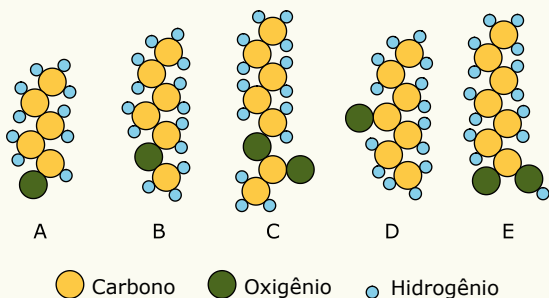
## EXERCÍCIOS PROPOSTOS



**01.** (UECE-2018) O ácido butanoico tem um odor dos mais desagradáveis: está presente na manteiga rançosa, no cheiro de suor e no chulé. No entanto, ao reagir com etanol, forma o agradável aroma de abacaxi. Assinale a opção que apresenta corretamente o composto responsável por esse aroma e a respectiva função orgânica a que pertence.

- A) Hexanamida – amida
- B) Ácido 3-amino-hexanoico – aminoácido
- C) Hexanal – aldeído
- D) Butanoato de etila – éster

**02.** (Mackenzie-SP) Observe as representações a seguir:



As estruturas A, B, C, D e E, representadas anteriormente, correspondem a cinco compostos orgânicos oxigenados que pertencem, respectivamente, às funções orgânicas:

- A) Álcool, éter, éster, cetona e aldeído.
- B) Aldeído, cetona, ácido carboxílico, álcool e éster.
- C) Álcool, cetona, éster, éter e ácido carboxílico.
- D) Aldeído, éter, éster, cetona e ácido carboxílico.
- E) Álcool, éster, éter, cetona e aldeído.

**03.** (UEG-GO) Os ésteres são compostos orgânicos com importantes aplicações industriais. São usados como essências de frutas e aromatizantes na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética. Por exemplo, o hexanoato de etila é utilizado como essência de abacaxi.

A estrutura química que representa essa essência é:

- A)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\overset{\text{O}}{\parallel}\text{COCH}_2\text{CH}_3$
- B)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$
- C)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\overset{\text{O}}{\parallel}\text{CNHCH}_2\text{CH}_3$
- D)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\overset{\text{O}}{\parallel}\text{CCH}_2\text{CH}_3$
- E)  $\text{CH}_3\overset{\text{O}}{\parallel}\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

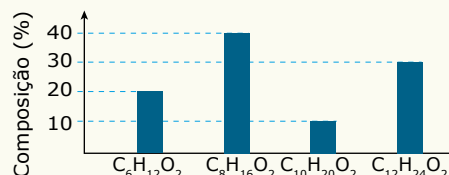
**04.**  
94TD



(UERJ) Na indústria de alimentos, a análise da composição dos ácidos carboxílicos não ramificados presentes na manteiga é composta de três etapas:

- reação química dos ácidos com etanol, formando uma mistura de ésteres;
- aquecimento gradual dessa mistura, para destilação fracionada dos ésteres;
- identificação de cada um dos ésteres vaporizados, em função do seu ponto de ebulição.

O gráfico a seguir indica o percentual de cada um dos ésteres formados na primeira etapa da análise de uma amostra de manteiga.



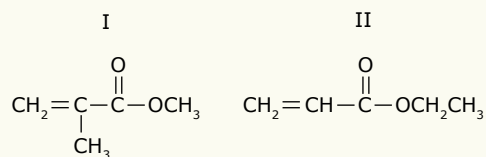
Na amostra analisada, está presente em maior quantidade o ácido carboxílico denominado

- A) octanoico.
- B) decanoico.
- C) hexanoico.
- D) dodecanoico.

**05.**  
4BFB



(UFOP-MG) Considere os compostos I e II, cujas estruturas são mostradas a seguir:

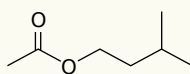


Em relação a esses compostos, é incorreto afirmar:

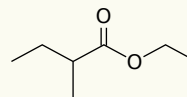
- A) São isômeros e pertencem à mesma família de compostos orgânicos.
- B) Derivam do mesmo ácido carboxílico.
- C) Sofrem hidrólise, formando ácido carboxílico e álcool.
- D) Apresentam três átomos de carbono hibridizados  $\text{sp}^2$ .

06.  
OWGV

(UFV-MG) Acetato de isoamila e 2-metilbutanoato de etila, cujas fórmulas estão representadas a seguir, são substâncias produzidas durante o processo de amadurecimento das maçãs, mascarando o aroma característico do fruto verde.



Acetato de isoamila



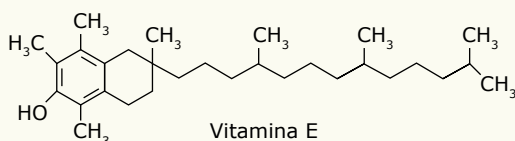
2-metilbutanoato de etila

Sobre as substâncias anteriores, assinale a afirmativa incorreta.

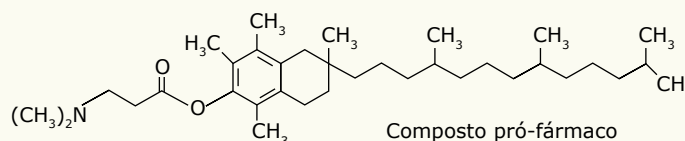
- A) A hidrólise de ésteres promovida por bases é conhecida como reação de saponificação.  
 B) A reação de esterificação existe em equilíbrio com a hidrólise de ésteres.  
 C) O ácido etanoico (ácido acético) é obtido como um dos produtos da hidrólise ácida do acetato de isoamila.  
 D) A hidrólise ácida do 2-metilbutanoato de etila produz etanol e um sal de ácido graxo.

07.

(UFRN) Pró-fármacos são substâncias que devem sofrer conversão química ou bioquímica antes de exercerem sua ação farmacológica, ou seja, devem se converter no fármaco quando estão no organismo. A finalidade de se preparar pró-fármacos é resolver inconvenientes que o fármaco pode apresentar. No organismo, enzimas catalisam as reações que liberam as substâncias com ação medicamentosa. Um exemplo desse tipo de reação é a hidrólise de ésteres. O  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E), por exemplo, apresenta dois inconvenientes: é praticamente insolúvel em água e é rapidamente oxidado pelo oxigênio do ar. Isto dificulta sua administração parenteral. Dessa forma, a vitamina E pode ser preparada como um pró-fármaco mais hidrossolúvel – o éster de  $d$ - $\alpha$ -tocoferol. Ambas as substâncias estão representadas na figura a seguir:



Vitamina E



Composto pró-fármaco

QUÍMICA NOVA, n. 1, v. 22, 1999.

Os grupos funcionais que reagem para formar o éster para a obtenção do pró-fármaco, sob catálise adequada, são

- A) grupo aldeído ( $R-CO-H$ ) e grupo carboxila ( $R_1-COOH$ ).  
 B) grupo carboxila ( $R-COOH$ ) e grupo álcool ( $R_1-OH$ ).  
 C) grupo amina ( $R-NH_2$ ) e grupo éter ( $R_1-O-R_2$ ).  
 D) grupo amida ( $R-CO-NH_2$ ) e grupo álcool ( $R_1-OH$ ).

08.

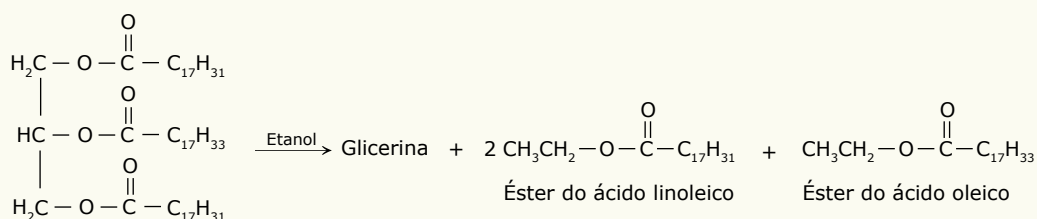
(UFU-MG) O cheiro característico de damasco deve-se principalmente ao butanoato de pentila. Esse composto pode ser sintetizado em laboratório, por meio da reação entre um ácido e um álcool. A esse respeito, escreva

- A) a função química a que pertence o butanoato de pentila.  
 B) a fórmula estrutural plana do butanoato de pentila.  
 C) as fórmulas estruturais e indique a nomenclatura, segundo a IUPAC, do ácido e do álcool, que devem ser usados como matéria-prima na síntese do butanoato de pentila.

09.  
V6JT

(UFMG) Óleos vegetais contêm ésteres triglicéridos. Ao reagir com etanol, esses triglicéridos se transformam num tipo de biodiesel, isto é, numa mistura de ésteres etílicos.

O esquema representa o processo químico envolvido na produção desse biodiesel a partir do éster triglicérido mais abundante do óleo de soja.

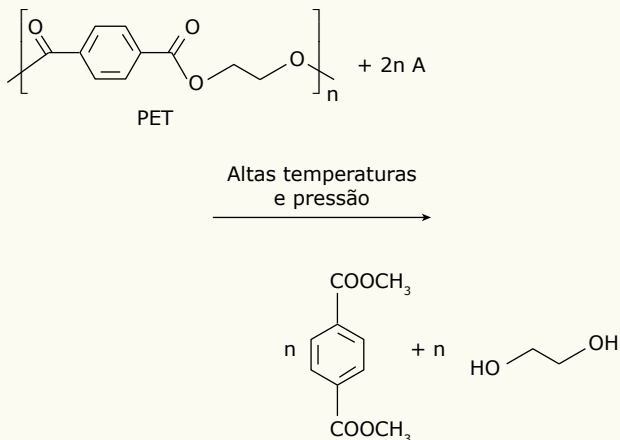


- Considerando as proporções estequiométricas, calcule a massa de etanol,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ , necessária para reagir com 1 mol de triglicérido.
- Escreva a fórmula estrutural da glicerina, um subproduto da produção do biodiesel.
- Indique se a cadeia carbônica ligada à carbonila dos ésteres etílicos dos ácidos oleico e linoleico é saturada ou insaturada. No caso de ser insaturada, indique também o número de ligações duplas existentes na cadeia carbônica.

# SEÇÃO ENEM



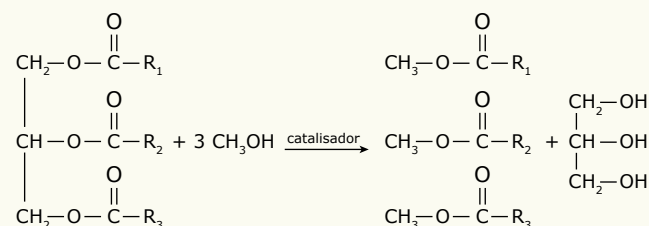
**01.** (Enem-2019) Uma das técnicas de reciclagem química do polímero PET [poli(tereftalato de etileno)] gera o tereftalato de metila e o etanodiol, conforme o esquema de reação, e ocorre por meio uma reação de transesterificação.



O composto A, representado no esquema de reação, é o

- A) metano.
- B) metanol.
- C) éter metílico.
- D) ácido etanoico.
- E) anidrido etanoico.

**02.** (Enem-2017) O biodiesel é um biocombustível obtido a partir de fontes renováveis, que surgiu como alternativa ao uso do diesel do petróleo para motores de combustão interna. Ele pode ser obtido pela reação entre triglicerídeos, presentes em óleos vegetais e gorduras animais, entre outros, e álcoois de baixa massa molar, como o metanol ou etanol, na presença de um catalisador, de acordo com a equação química:



A função química presente no produto que representa o biodiesel é

- A) éter.
- B) éster.
- C) álcool.
- D) cetona.
- E) ácido carboxílico.

# GABARITO

Meu aproveitamento

## Aprendizagem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. D
- 02. E
- 03. B
- 04. E
- 05. B
- 06. D
- 07. B
- 08. C

## Propostos

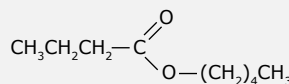
Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. D
- 02. D
- 03. A
- 04. C
- 05. B
- 06. D
- 07. B

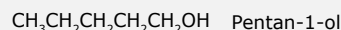
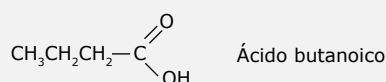
08.

A) Éster

B)

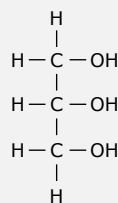


C)



09. 1. m(etanol) = 138 g

2.



Glicerina

3. O éster do ácido oleico apresenta cadeia carbônica insaturada, pois o número de ligações covalentes duplas é igual a um.

O éster do ácido linoleico também apresenta cadeia carbônica insaturada, pois o número de ligações covalentes duplas é igual a dois.

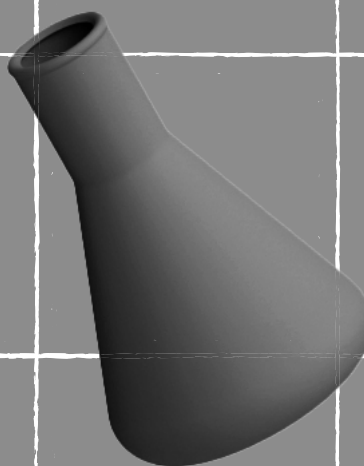
## Seção Enem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. B
- 02. B



Total dos meus acertos: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ %



# QUÍMICA

# SUMÁRIO

## FRENTE A

- 3 Módulo 05: Classificação Periódica
- 5 Módulo 06: Propriedades Periódicas
- 9 Módulo 07: Ligações Iônicas
- 11 Módulo 08: Ligações Metálicas

## FRENTE B

- 13 Módulo 05: Estudo Físico dos Gases I
- 14 Módulo 06: Estudo Físico dos Gases II
- 17 Módulo 07: Cálculos de Fórmulas
- 18 Módulo 08: Cálculos Estequiométricos

## FRENTE C

- 21 Módulo 05: Compostos Aromáticos
- 22 Módulo 06: Álcoois, Fenóis e Éteres
- 24 Módulo 07: Aldeídos e Cetonas
- 25 Módulo 08: Ácidos e Sais Carboxílicos

## Caderno Extra

### MÓDULO 05

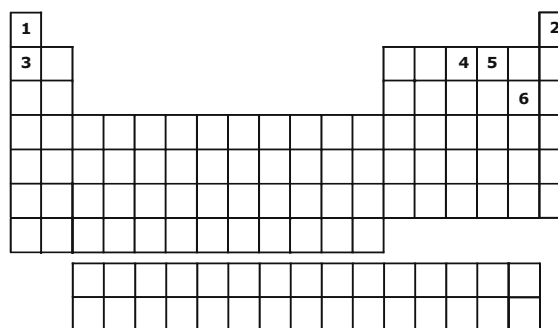
#### CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA

- 01.** (UFRGS-RS) As principais propriedades físicas que estabelecem a diferença entre metais e ametais são
- densidade, dureza e condutividade térmica.
  - reflexão da luz, ponto de fusão e condutividade elétrica.
  - ponto de ebulição, refração da luz e condutividade térmica.
  - densidade, ponto de fusão e ponto de ebulição.
  - maleabilidade, ductibilidade e condutividade elétrica.
- 02.** (UFRGS-RS) Considerando a classificação periódica dos elementos, a afirmação correta é:
- O manganês é um metal e seu número atômico é 54,9.
  - O bromo é um semimetal e pertence à família dos halogênios.
  - O criptônio é um gás nobre e seu número atômico é 19.
  - O zinco é um metal que, no estado fundamental, apresenta elétrons distribuídos em três camadas eletrônicas.
  - O enxofre é um não metal, com seis elétrons na última camada.
- 03.** (UERJ) Um dos elementos químicos que tem se mostrado muito eficiente no combate ao câncer de próstata é o selênio (Se). Com base na tabela de classificação periódica dos elementos, os símbolos de elementos com propriedades químicas semelhantes ao selênio são
- Cl, Br, I.
  - Te, S, Po.
  - P, As, Sb.
  - As, Br, Kr.
- 04.** (UnB-DF) Os acumuladores, mais comumente chamados de baterias, cuja utilização sofreu um aumento considerável com o advento dos aparelhos eletroeletrônicos, geralmente contêm substâncias simples e / ou compostas que envolvem, entre outros, os seguintes elementos químicos: zinco (Zn), mercúrio (Hg), lítio (Li), cádmio (Cd), prata (Ag) e carbono (C).

Acerca das propriedades periódicas desses elementos químicos e considerando a tabela periódica, julgue os itens a seguir:

- ( ) Prata e cádmio pertencem a uma mesma família.  
 ( ) Mercúrio e zinco pertencem a um mesmo período da tabela periódica.

- 05.** (FUVEST-SP) Um astronauta foi capturado por habitantes de um planeta hostil e aprisionado numa cela, sem seu capacete espacial. Logo começou a sentir falta de ar. Ao mesmo tempo, notou um painel como o da figura a seguir, em que cada quadrado era uma tecla. Apertou duas delas, voltando a respirar bem. As teclas apertadas foram



- 1 e 2.
- 2 e 3.
- 3 e 4.
- 4 e 5.
- 5 e 6.

- 06.** (UFMG) Com relação ao elemento gálio (número atômico 31), a afirmativa falsa é:
- Forma um óxido de fórmula  $Ga_2O_3$ .
  - Seu átomo possui três elétrons de valência.
  - Seu principal número de oxidação é 3+.
  - Trata-se de um elemento do 4º período.
  - Trata-se de um metal de transição.
- 07.** (UEM-PR) Três átomos cujos números atômicos são 8, 11 e 17 estão classificados na tabela periódica, respectivamente, como
- um gás nobre, um metal alcalino e um metal alcalinoterroso.
  - um halogênio, um não metal e um metal alcalinoterroso.
  - um metal alcalino, um halogênio e um calcogênio.
  - um calcogênio, um metal alcalino e um halogênio.
  - um gás nobre, um metal alcalino e um halogênio.



- 08.** (UFPR) Considera-se que quatorze elementos químicos metálicos são essenciais para o correto funcionamento do organismo, portanto indispensáveis para manter a saúde. Os referidos elementos estão listados na tabela a seguir:

Metal	Símbolo	Número atômico
Sódio	Na	11
Magnésio	Mg	12
Potássio	K	19
Cálcio	Ca	20
Vanádio	V	23
Cromo	Cr	24
Manganês	Mn	25
Ferro	Fe	26
Cobalto	Co	27
Níquel	Ni	28
Cobre	Cu	29
Zinco	Zn	30
Molibdênio	Mo	42
Estanho	Sn	50

Com base na distribuição eletrônica dos átomos desses metais no estado fundamental, assinale a alternativa correta.

- A) K, Ca, V, Cr, Mn, Fe, Co e Ni são elementos que apresentam o elétron mais energético em orbitais d e são, por isso, conhecidos como metais de transição.
- B) Mg e Ca pertencem ao mesmo grupo ou família da tabela periódica.
- C) A camada de valência de K possui a configuração  $3s^2 3p^6 3d^1$ .
- D) Mo e Sn possuem elétrons em subnível f.
- E) Todos os elementos citados possuem subníveis preenchidos parcialmente.
- 09.** (UFRRJ) Os telefones celulares, telefones sem fio, relógios e controles remotos são alguns dos equipamentos que funcionam com baterias à base de lítio (Li). Considerando o íon  $Li^+$  e a posição do elemento na tabela periódica, é incorreto afirmar que esse íon
- A) apresenta 1 nível completamente preenchido.
- B) tem um núcleo com 3 prótons.
- C) tem a mesma configuração eletrônica que o átomo de hélio.
- D) apresenta números iguais de prótons e elétrons.
- E) quando se liga com o íon cloreto, forma um composto iônico.

- 10.** (UERJ) Um átomo do elemento químico X, usado como corante para vidros, possui número de massa igual a 79 e número de nêutrons igual a 45. Considere um elemento Y, que possua propriedades químicas semelhantes ao elemento X.

Na tabela de classificação periódica, o elemento Y estará localizado no seguinte grupo:

- A) 7
- B) 9
- C) 15
- D) 16
- 11.** (FEPECS-DF) Os sistemas óticos dos telefones celulares modernos são produzidos a partir de elementos como silício, estanho, índio, gálio, cobre, ouro, prata, ítrio e alumínio. Um grupo da tabela periódica reúne os elementos citados que, no estado fundamental, apresentam em sua distribuição eletrônica o maior número de elétrons desemparelhados. Esse grupo é o
- A) 4A.
- B) 3A.
- C) 1B.
- D) 8B.
- E) 3B.
- 12.** (EEM-SP) Um certo átomo do elemento E genérico apresenta o elétron mais energético do subnível  $4p^5$ . Pede-se:
- A) Qual o período e a família do sistema periódico a que pertence o elemento E?
- B) Quais os números atômicos dos elementos que antecedem e sucedem o elemento E na mesma família do sistema periódico?
- 13.** (EEM-SP) O íon  $Sc^{3+}$  tem 18 elétrons e é isoeletrônico do íon  $X^{3-}$ . Pergunta-se:
- A) Qual a estrutura eletrônica do átomo de escândio?
- B) Qual seu número atômico, a que família e a qual período da classificação periódica pertence o elemento X?
- 14.** (UFOP-MG) Um elemento possui a seguinte distribuição de elétrons por camadas: 2, 8, 1. Assinale a alternativa que completa a sentença. Esse elemento
- A) forma íons de carga  $1+$ .
- B) é um gás nobre.
- C) forma íons de carga  $1-$ .
- D) é um metal alcalinoterroso.
- E) é um metal de transição.

15. (UFV-MG) Certa substância simples apresenta as seguintes propriedades:

- I. É boa condutora de eletricidade.
- II. Reage facilmente com o oxigênio do ar, formando um óxido básico.
- III. Reage com água, formando um hidróxido com a proporção de um átomo do elemento para dois ânions hidróxido.

Essa substância pode ser formada por elementos da tabela periódica pertencentes à coluna

- A) 1.
- B) 2.
- C) 13.
- D) 16.
- E) 17.

16. (UERJ) Um estudante observou algumas propriedades de um determinado metal Me:

- Reage facilmente com os halogênios.
- Forma peróxido do tipo  $\text{Me}_2\text{O}_2$ .
- Apresenta elevada eletropositividade.

Esse elemento, na tabela de classificação periódica, está localizado na seguinte coluna:

- A) 1
- B) 2
- C) 6
- D) 8

## GABARITO

01. E
02. E
03. B
04. F F
05. D
06. E
07. D
08. B
09. D
10. D
11. A
12. A) 4º período e família 17  
B) 17 e 53
13. A)  $\text{Sc} \Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$   
B)  $X \Rightarrow Z = 15$ , família 15 e 3º período
14. A
15. B
16. A

## MÓDULO 06

### PROPRIEDADES PERIÓDICAS

01. (UFRGS-RS) Dadas as equações e os respectivos valores de energia de ionização para os elementos representados por X, Y e Z:



E sabendo-se que X, Y e Z representam elementos do segundo período, pode-se afirmar que

- A) X pode ser o oxigênio e Y pode ser o berílio.
- B) X pode ser o neônio e Z pode ser o boro.
- C) Y pode ser o nitrogênio e Z pode ser o lítio.
- D) X pode ser o lítio e Z pode ser o neônio.
- E) X pode ser o flúor e Y pode ser o berílio.

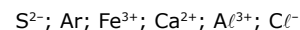
02. (UFLA-MG) Um determinado elemento químico possui a seguinte distribuição eletrônica:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ . Pode-se afirmar que o elemento

- A) pertence ao terceiro período da tabela periódica e possui 5 elétrons na camada de valência.
- B) possui uma energia de ionização menor que a do enxofre.
- C) possui o raio atômico menor e é mais eletronegativo que o enxofre.
- D) possui maior raio atômico e maior afinidade eletrônica do que o fósforo.

03. (PUC RS) Considerando-se a posição dos elementos na tabela periódica, é correto afirmar que, entre os elementos indicados a seguir, o de menor raio e maior energia de ionização é o

- A) alumínio.
- B) argônio.
- C) fósforo.
- D) sódio.
- E) rubídio.

04. (UFRJ) Considere as espécies químicas apresentadas a seguir:



- A) Identifique, com o auxílio da tabela periódica, as espécies isoeletrônicas, apresentando-as em ordem decrescente de raio.
- B) Identifique, entre as espécies químicas cujos elementos pertencem ao terceiro período, aquela que apresenta o menor potencial de ionização. Justifique sua resposta.

- 05.** (UFRGS-RS) Considerando-se os elementos potássio ( $Z = 19$ ), cálcio ( $Z = 20$ ) e bário ( $Z = 56$ ) e suas posições na tabela periódica, pode-se concluir que o átomo de
- bário apresenta maior eletronegatividade que o átomo de cálcio.
  - potássio apresenta um maior número de níveis de energia que o átomo de bário.
  - cálcio tem propriedades semelhantes ao átomo de potássio, pois ambos estão na mesma família.
  - bário apresenta mais elétrons na camada de valência que o átomo de potássio.
  - cálcio apresenta um valor de potencial de ionização menor que o do átomo de bário, pois tem menor número de elétrons em sua eletrosfera.

- 06.** (ITA-SP) Dadas as configurações eletrônicas dos seguintes átomos no seu estado fundamental:

- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

É errado afirmar que

- entre os átomos anteriores, o átomo I tem o maior potencial de ionização.
- a perda de 2 elétrons pelo átomo II leva à formação do cátion  $Mg^{2+}$ .
- entre os átomos anteriores, o átomo III tem a maior afinidade eletrônica.
- o ganho de 1 elétron pelo átomo IV ocorre com a liberação de energia.
- o átomo IV é um halogênio.

- 07.** (UFSC) Considere as seguintes propriedades:

- Configuração eletrônica da camada de valência  $ns^2 np^3$ .
- Boa condutividade elétrica.
- Baixa energia de ionização.
- Alta afinidade eletrônica.

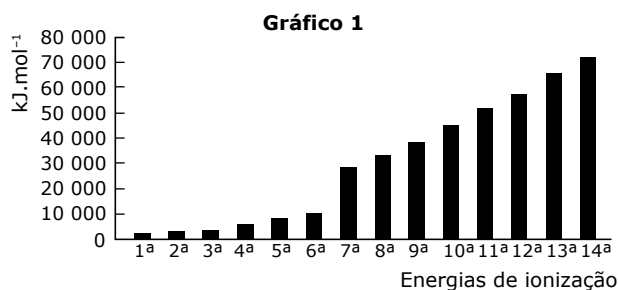
A sequência de elementos que apresentam as propriedades relacionadas, na ordem dada, é

- N, Pt, Cl e F.
- Ca, Cu, K e Br.
- Al, Au, Cl e Na.
- P, Cu, Na e Cl.
- As, Cl, K e Br.

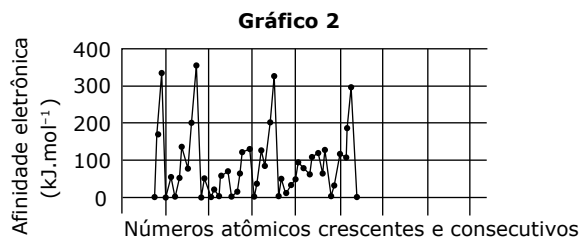
- 08.** (UERJ) O comportamento químico e físico dos elementos tem relação direta com suas propriedades periódicas.

Observe, no gráfico 1, parte das energias de ionização de um elemento representativo do terceiro período da tabela de classificação periódica.

Observe, no gráfico 2, as afinidades eletrônicas de 48 elementos da tabela de classificação periódica. Considere que o elemento de menor número atômico representado pertence ao segundo período da tabela.



RUSSEL, John Blair. *Química geral*. São Paulo: Makron Books, 1994 (Adaptação).



Disponível em: [www.webelements.com](http://www.webelements.com) (Adaptação).

Nomeie o elemento que corresponde ao gráfico 1, justificando sua resposta. Em seguida, identifique o grupo da tabela de classificação periódica ao qual pertencem os elementos do gráfico 2 que apresentam as quatro maiores afinidades eletrônicas.

- 09.** (UNIFESP) Na tabela a seguir, é reproduzido um trecho da classificação periódica dos elementos.

B	C	N	O	F	Ne
Al	Si	P	S	Cl	Ar
Ga	Ge	As	Se	Br	Ne

A partir da análise das propriedades dos elementos, está correto afirmar que

- a afinidade eletrônica do neônio é maior que a do flúor.
- o fósforo apresenta maior condutividade elétrica que o alumínio.
- o nitrogênio é mais eletronegativo que o fósforo.
- a primeira energia de ionização do argônio é menor que a do cloro.
- o raio do íon  $Al^{3+}$  é maior que o do íon  $Se^{2-}$ .

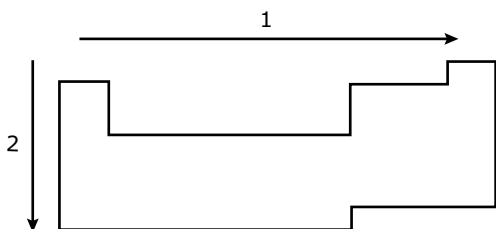
10. (PUC Minas) Consultando a tabela periódica, assinale a alternativa em que os átomos a seguir estejam apresentados em ordem crescente de eletronegatividade: B, C, N, O, Al.
- A) N C B O Al  
 B) O N C B Al  
 C) Al B C N O  
 D) B Al C O N

11. (UFAL) A tabela seguinte fornece valores de eletronegatividade de quatro elementos químicos, todos do terceiro período da tabela periódica.

Elemento	Eletronegatividade (escala de Pauling)
I	3,16
II	0,93
III	1,31
IV	2,58

Um desses elementos é o cloro e outro é o enxofre. Eles estão representados, respectivamente, por

- A) I e II.                      C) I e IV.                      E) III e IV.  
 B) I e III.                      D) II e IV.
12. (PUC Rio) Considere as afirmações sobre elementos do grupo IA da tabela periódica:
- I. São chamados metais alcalinos.  
 II. Seus raios atômicos crescem com o número atômico.  
 III. Seu potencial de ionização aumenta com o número atômico.  
 IV. Seu caráter metálico aumenta com o número atômico.
- Entre as afirmações, são verdadeiras
- A) I e II.                      D) II, III e IV.  
 B) III e IV.                      E) I, II, III e IV.  
 C) I, II e IV.
13. (UFRGS-RS) Considere o desenho a seguir, referente à tabela periódica dos elementos.

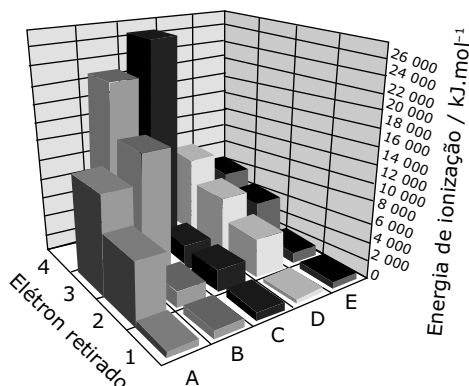


A setas 1 e 2 referem-se, respectivamente, ao aumento de valor das propriedades periódicas

- A) eletronegatividade e raio atômico.  
 B) raio atômico e eletroafinidade.  
 C) raio atômico e caráter metálico.  
 D) potencial de ionização e eletronegatividade.  
 E) potencial de ionização e potencial de ionização.
14. (UFPI) Os elementos carbono (C) e chumbo (Pb), embora pertencentes ao mesmo grupo da tabela periódica, apresentam característica, respectivamente, de ametal e metal. A propriedade periódica que justifica essa observação é a
- A) densidade.  
 B) dureza química.  
 C) energia de ionização.  
 D) polaridade.  
 E) energia reticular.
15. (FMTM-MG) O potássio é o cátion que apresenta maior concentração no fluido intracelular. Participa do metabolismo celular e da síntese de proteínas e do glicogênio. Ele desempenha uma importante função na excitabilidade neuromuscular e na regulação do teor de água no organismo. Com relação ao potássio, são feitas as afirmações:
- I. É um metal alcalinoterroso de elevado potencial de ionização.  
 II. Forma, com o cloro, um composto iônico de fórmula  $KCl$ .  
 III. Forma cátion monovalente, que é isoeletrônico do átomo de argônio.  
 IV. 19 g de potássio contêm 1 mol de átomos de potássio.
- Dados:** Números atômicos:  $Cl = 17$ ;  $Ar = 18$ ;  $K = 19$   
 Está correto o contido apenas em
- A) I.                      C) II e III.                      E) II, III e IV.  
 B) I e II.                      D) III e IV.
16. (PUC Minas) Leia com atenção as seguintes características:
- I. Altas energias de ionização.  
 II. Altas eletronegatividades.  
 III. Camada mais externa com configuração  $ns^2 np^5$ .  
 IV. Com metais, formam compostos iônicos.
- Tais características se referem aos elementos
- A) de transição externa.  
 B) de transição interna.  
 C) gases nobres.  
 D) halogênios.  
 E) transurânicos.

- 17.** (UFC-CE) A denominação popular de "lixeiro", dada aos moluscos marítimos, tem base científica no conhecimento de que essas espécies apresentam grande concentração de uma classe particular de proteínas denominadas metatioeínas. A elevada quantidade de átomos de enxofre, espécie rica em elétrons, nas metatioeínas, justifica a afinidade destas por elementos metálicos, tais como Cr, Mn e Cu. Assinale a alternativa que relaciona corretamente propriedades comuns aos metais citados.
- A) São classificados como elementos representativos que apresentam baixos valores de potencial de ionização e, por consequência, apresentam baixa densidade.
  - B) São elementos de transição interna que apresentam elevado caráter metálico, tendo forte afinidade, portanto, por ácidos de Lewis.
  - C) São elementos de transição que apresentam facilidade em experimentar reações de oxidação, originando íons que atuam como ácidos de Lewis.
  - D) São elementos que, por se encontrarem na porção intermediária da tabela periódica, apresentam elevados valores de afinidade eletrônica e grande facilidade em formar ânions.
  - E) São elementos que, por apresentarem elevado caráter metálico, são pobres condutores de eletricidade e encontram-se no estado líquido à temperatura ambiente.

- 18.** (UEG-GO) Na figura a seguir, podem ser observados os valores de energia de ionização para os primeiros quatro elétrons retirados dos elementos A, B, C, D e E.



Com base nessas informações e na figura anterior, é correto afirmar:

- A) O elemento A possui número atômico e raio atômico, respectivamente, maior e menor quando comparado ao elemento D.
- B) Os elementos B e E apresentam propriedades químicas semelhantes, pois pertencem ao mesmo período da tabela periódica.
- C) O elétron 1 do átomo B e o elétron 2 do átomo E apresentam números quânticos principal, azimutal e magnético idênticos.
- D) É impossível que o elemento C seja o formador de um óxido responsável pelo fenômeno das chuvas ácidas.

- 19.** (UFMG / Adaptado) Os metais alcalinos, ao reagirem com água, produzem soluções dos respectivos hidróxidos e gás hidrogênio.

Esta tabela apresenta os dados termoquímicos que permitem a obtenção das equações das reações globais e seus respectivos  $\Delta H$ :

Etapa	Processo	$\Delta H / (\text{kJ.mol}^{-1})$		
		Li	Na	K
I	$M_{(s)} \rightarrow M_{(g)}$	+156	+107	+89
II	$M_{(g)} \rightarrow M^+_{(g)} + e^-$	+519	+502	+425
III	$M^+_{(g)} \rightarrow M^+_{(aq)}$	-957	-849	-767
IV	$H_2O_{(l)} + e^- \rightarrow OH^-_{(aq)} + \frac{1}{2}H_{2(g)}$	+56	+56	+56

Considerando a estrutura eletrônica dos átomos dos três elementos representados na tabela, justifique por que o potássio tem o menor  $\Delta H$  na etapa II.

- 20.** (UFMG-PB) A previsão da tendência de variação de algumas propriedades dos elementos químicos pode ser feita com base na Lei da Periodicidade de Moseley. Considerando essa lei, assinale as afirmativas a seguir com V (verdadeira) e F (falsa).

- ( ) O número de massa dos átomos tende a diminuir com o aumento do número atômico para todos os elementos.
- ( ) A configuração eletrônica  $ns^1$  na camada de valência do primeiro grupo se repete do primeiro para o segundo período.
- ( ) A configuração eletrônica  $ns^1$  na camada de valência não se repete do primeiro para o segundo grupo.
- ( ) A tendência de diminuição do raio atômico com o aumento do número atômico se repete no segundo e no terceiro período.
- ( ) A tendência de aumento do raio atômico com o aumento do número atômico se repete no primeiro e no segundo grupo.

Entre as alternativas, assinale aquela que está correta.

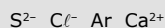
- A) F V V V V
- B) F F V V V
- C) F F F V V
- D) V F F F V
- E) V V F F F

21. (CMMG) Os conceitos de energia de ionização, de afinidade eletrônica, de raio e de entalpia de formação aplicam-se a qualquer espécie química. Com relação às espécies gasosas  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ar}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Ca}^{2+}$ , a afirmativa correta é:

- A) O menor raio é o do  $\text{Ar}_{(g)}$ .  
 B) A maior energia de ionização é a do  $\text{K}^+_{(g)}$ .  
 C) A maior afinidade eletrônica, em módulo, é a do  $\text{Ca}^{2+}_{(g)}$ .  
 D) A menor entalpia padrão de formação, em módulo, é a do  $\text{Cl}^-_{(g)}$ .

## GABARITO

01. D  
 02. C  
 03. B  
 04. A) Espécies isoeletrônicas em ordem decrescente de raio:



- B)  $\text{S}^{2-}$ . Quanto maior o raio, maior a facilidade de retirar o elétron mais externo, já que este é o de maior energia.  
 05. D  
 06. C  
 07. D  
 08. Gráfico I: Enxofre. O elemento deve possuir 6 elétrons em sua camada de valência, já que há uma descontinuidade entre a 6ª e a 7ª energia de ionização, indicando uma mudança de nível de energia.

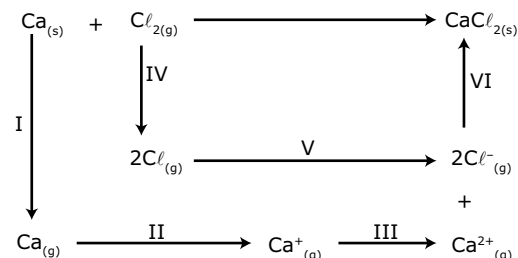
Gráfico II: Grupo 17 (VII A)

09. C  
 10. C  
 11. C  
 12. C  
 13. A  
 14. C  
 15. C  
 16. D  
 17. C  
 18. D  
 19. Entre os três elementos representados na tabela, o potássio é o que apresenta maior número de elétrons e, portanto, maior número de níveis de energia. Conseqüentemente, apresenta maior distância média entre o elétron de valência e o núcleo. Dessa forma, o elétron a ser retirado do átomo de potássio possui maior energia total em relação àquele do sódio e do lítio, requerendo menor energia de ionização.  
 20. A  
 21. C

## MÓDULO 07

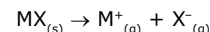
### LIGAÇÕES IÔNICAS

01. O ciclo a seguir apresenta as etapas da formação de um sólido iônico a partir de seus elementos:



Qual a afirmativa incorreta?

- A) As etapas V e VI envolvem liberação de energia.  
 B) A etapa II envolve absorção de energia.  
 C) A etapa III libera mais energia do que a etapa II.  
 D) As etapas I e IV envolvem absorção de energia.  
 02. (UFC-CE) A energia de rede (U) para um composto iônico MX pode ser definida como a energia necessária para ocorrer a seguinte reação:



Considere os seguintes compostos:  $\text{NaF}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{LiF}$  e  $\text{LiCl}$ . Com base nas informações, assinale a alternativa correta.

- A) Todos os compostos apresentados são espécies apolares.  
 B) A temperatura de fusão do  $\text{LiCl}$  é maior que a temperatura de fusão do  $\text{LiF}$ .  
 C) A temperatura de fusão do  $\text{NaF}$  é menor que a temperatura de fusão do  $\text{NaCl}$ .  
 D) O módulo da energia de rede do  $\text{LiCl}$  é maior que o módulo da energia de rede do  $\text{LiF}$ .  
 E) O módulo da energia de rede do  $\text{CaF}_2$  é maior que o módulo da energia de rede do  $\text{CaCl}_2$ .  
 03. (UEL-PR) Por meio da configuração eletrônica dos átomos dos elementos químicos, é possível caracterizar algumas de suas propriedades. Considere as configurações eletrônicas dos átomos, em seu estado fundamental, dos seguintes elementos químicos:  
 Elemento X =  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$   
 Elemento Y =  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$   
 Elemento W =  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$   
 Elemento Z =  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$   
 Em relação aos dados apresentados, é correto afirmar:  
 A) Entre os átomos apresentados, o átomo X apresenta a menor energia de ionização.  
 B) O ganho de um elétron pelo átomo Y ocorre com absorção de energia.  
 C) O átomo Y tem maior raio que o átomo X.  
 D) O íon  $\text{Z}^+$  é isoeletrônico ao íon  $\text{W}^-$ .  
 E) A ligação química entre o átomo X e o átomo Y é do tipo eletrostática.

- 04.** (UFRGS-RS) Considere as espécies químicas cujas fórmulas estão a seguir:
1. HBr
  2. BaO
  3.  $\text{CaCl}_2$
  4.  $\text{SiO}_2$
  5.  $\text{B}_2\text{O}_3$
- Quais delas apresentam ligação tipicamente iônica?
- A) Apenas 1 e 2.
  - B) Apenas 1 e 3.
  - C) Apenas 2 e 3.
  - D) Apenas 2, 4 e 5.
  - E) Apenas 3, 4 e 5.
- 05.** (UFAL) A pólvora negra é constituída de uma mistura de 75% de nitrato de potássio, também conhecido como salitre, 15% de carvão, carbono principalmente, e 10% de enxofre. Sobre essas substâncias, pode-se afirmar que ligações iônicas ocorrem no
- A) salitre, somente.
  - B) enxofre, somente.
  - C) carbono, somente.
  - D) salitre e no enxofre, somente.
  - E) enxofre, no carbono e no salitre.
- 06.** (PUCPR) Considerando os elementos  ${}_{20}\text{A}$  e  ${}_{17}\text{B}$  e suas respectivas posições na tabela periódica, analise as afirmativas.
- I. Ambos podem ser considerados metais de transição.
  - II. A é mais eletronegativo que B.
  - III. O potencial de ionização de A é menor que o de B.
  - IV. B tem tendência de ganhar elétrons.
  - V. A substância formada por A e B tem elevado ponto de fusão em função do reticulado cristalino formado.
- Estão corretas
- A) II, III e V.
  - B) II, III e IV.
  - C) I, II e IV.
  - D) III, IV e V.
  - E) I, IV e V.
- 07.** (UFU-MG) Têm-se dois elementos químicos com números atômicos iguais a 9 e 20, respectivamente. Pede-se
- A) o nome da(s) família(s) a que pertence(m) esses elementos.
  - B) a fórmula do composto, obtido pela reação direta entre esses elementos.
  - C) Sabendo-se que o ponto de fusão do composto formado no item B é de  $1\,423\text{ }^\circ\text{C}$ , qual o tipo de ligação existente entre os elementos nesse composto? Qual o nome do composto obtido?
- 08.** (Cesgranrio) Um elemento E tem, na sua camada de valência, a configuração  $4s^2 4p^4$ . Sobre o elemento E, é falso afirmar que
- A) pertence à família dos calcogênios na tabela periódica.
  - B) está localizado no quarto período, grupo VIA da tabela periódica.
  - C) é um elemento representativo na classificação periódica.
  - D) tende a receber 2 elétrons e formar o íon  $\text{E}^{2-}$ .
  - E) forma com elementos X do grupo IA compostos iônicos de fórmula  $\text{XE}_2$ .
- 09.** (Mackenzie-SP) O magnésio, o cálcio e o potássio podem apresentar-se sob a forma de cloretos ( $\text{Cl}^-$ ), nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) e hidrogenofosfatos ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ). A alternativa que contém fórmulas corretas é:
- Dado:** Ca e Mg (família dos metais alcalinoterrosos)  
K (família dos metais alcalinos)
- A)  $\text{MgCl}$  e  $\text{KCl}$
  - B)  $\text{KNO}_3$  e  $\text{Ca}(\text{HPO}_4)_2$
  - C)  $\text{MgCl}_2$  e  $\text{CaHPO}_4$
  - D)  $\text{Ca}_2\text{HPO}_4$  e  $\text{MgNO}_3$
  - E)  $\text{MgHPO}_4$  e  $\text{K}_2\text{NO}_3$
- 10.** (UEG-GO) Dadas as configurações eletrônicas fundamentais de três átomos neutros, responda ao que se pede.
- A =  $1s^2 2s^2 2p^6$   
B =  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$   
C =  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
- A) Qual apresenta maior energia de ionização? Explique sua resposta.
  - B) Qual a fórmula resultante da combinação de B e C? O composto formado é de natureza iônica ou molecular? Explique sua resposta.



- 11.** (UFAM) Considere a distribuição eletrônica geral por níveis de energia, e demais informações, dos quatro elementos químicos, X, Y, Z e T, a seguir:

X: 2, 8, 8, 2, 0, 0; estado de oxidação principal: 2.

Y: 2, 8, 15, 2, 0, 0; estados de oxidação principal: 2, 3.

Z: 2, 8, 18, 7, 0, 0; estado de oxidação principal: 1-.

T: 2, 8, 18, 20, 8, 2; estados de oxidação principal: 3, 4.

A alternativa que apresenta somente compostos possíveis de serem formados com os elementos X, Y, Z e T é

A)  $XZ_2$ ,  $TZ_4$ ,  $YZ_3$ ,  $XZ$ .

B)  $XZ_2$ ,  $TZ_4$ ,  $YZ_2$ ,  $TZ_3$ .

C)  $ZX_2$ ,  $ZT_4$ ,  $T_2$ ,  $ZT_3$ .

D)  $X_3Z$ ,  $TZ_4$ ,  $YZ_3$ ,  $TZ_3$ .

E)  $ZX_2$ ,  $Z_2T$ ,  $YT_3$ ,  $T_3$ .

- 12.** (PUC RS) Sobre os elementos químicos genéricos X e Y, que apresentam as distribuições eletrônicas

$X = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$

$Y = 1s^2 2s^2 2p^4$

é correto afirmar que

A) X forma íon de carga 2-.

B) Y forma íon de carga 4+.

C) X é um metal do grupo 4 na tabela periódica.

D) o composto resultante da reação entre X e Y pode ter fórmula  $X_2Y$ .

E) o composto formado por X e Y, ao reagir com água, forma uma base.

## GABARITO

01. C  
 02. E  
 03. E  
 04. C  
 05. A  
 06. D  
 07. A) Halogênios e metais alcalinoterrosos, respectivamente.  
 B)  $CaF_2$   
 C) Ligação iônica. Fluoreto de cálcio.  
 08. E  
 09. C  
 10. A) A, já que apresenta maior atração nuclear sobre os elétrons de valência.  
 B) BC, predominantemente iônica, uma vez que se trata de um metal de baixa energia de ionização e de um ametal de alta afinidade eletrônica.  
 11. B  
 12. E

## MÓDULO 08

### LIGAÇÕES METÁLICAS

- 01.** (CEETEPS-SP) Um químico recebeu três amostras sólidas (X, Y, Z) e, após alguns testes, obteve os seguintes resultados:

I. X conduziu eletricidade no estado sólido.

II. Y não conduziu eletricidade no estado sólido, mas conduziu no estado líquido.

III. Z não conduziu eletricidade no estado sólido nem no estado líquido.

Analisando os resultados obtidos, é correto afirmar que X, Y e Z são, respectivamente,

A) composto iônico, composto molecular, metal.

B) metal, composto iônico, composto molecular.

C) composto iônico, metal, composto molecular.

D) composto molecular, metal, composto iônico.

E) metal, composto molecular, composto iônico.

- 02.** (PUC RS) A condutibilidade elétrica do cobre pode ser explicada pelo fato de

A) ser sólido à temperatura ambiente (25 °C).

B) formar um aglomerado molecular.

C) ocorrer ruptura das suas ligações iônicas.

D) existirem prótons livres entre seus átomos.

E) existirem elétrons livres entre seus cátions.

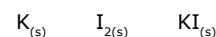
- 03.** Julgue os itens.

( ) Quando átomos de metal se unem por ligação metálica, eles passam a ficar com o octeto completo.

( ) Num retículo cristalino metálico, os átomos podem estar unidos por ligações iônicas ou covalentes.

( ) Metais são bons condutores de corrente elétrica, pois apresentam elétrons livres.

- 04.** (UFU-MG) Considerando as substâncias sólidas a seguir, responda.



A) Quais são as partículas constituintes desses sólidos e qual é o tipo de ligação ou interação existente entre elas?

B) Entre essas substâncias, qual(is) conduz(em) corrente elétrica? Explique sua resposta.

**05.** (UNIRIO-RJ) Os metais têm condutibilidade elétrica muitas ordens de grandeza maior que os ametais típicos, sendo os únicos bons condutores de corrente elétrica na fase sólida. Por exemplo, o cobre, um dos melhores condutores metálicos, é usado extensivamente na fabricação de condutores elétricos. Justifique a alta condutividade térmica e elétrica do cobre, considerando o tipo de ligação química.

**06.** (UPE) A boa condutividade térmica dos metais é atribuída aos "elétrons livres". Quando aquecemos uma dada região de uma peça metálica, os elétrons

- A) deslocam-se rapidamente, através do metal, transferindo energia aos átomos de regiões mais frias.
- B) entram em subníveis de maior energia, facilitando a formação de estruturas cristalinas mais complexas.
- C) dirigem-se para as regiões mais internas, ocupando, preferencialmente, os orbitais dos tipos d e f.
- D) ficam impossibilitados de se movimentarem, diminuindo a eletropositividade dos átomos.
- E) são ejetados da peça metálica com altíssimas velocidades, diminuindo a eletronegatividade dos átomos periféricos.

**07.** (PUC-SP) Cobre e zinco são metais de larga utilização na sociedade moderna.

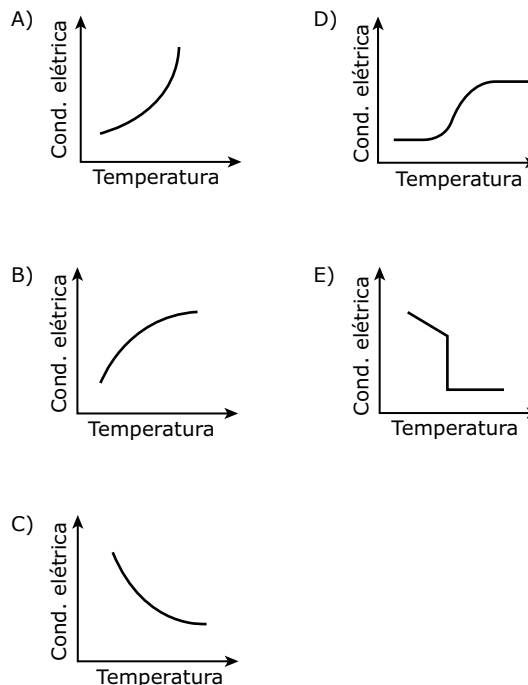
O cobre é um metal avermelhado, bastante maleável e dúctil. É amplamente empregado na fiação elétrica, devido à sua alta condutividade. É também encontrado em tubulações de água, devido à sua baixa reatividade (é um metal nobre), além de diversas ligas metálicas, sendo o bronze a mais conhecida. Apresenta densidade de  $8,96 \text{ g.cm}^{-3}$ , a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

O zinco é um metal cinza bastante reativo. É utilizado como revestimento de peças de aço e ferro, protegendo-as da corrosão. Esse metal encontra grande aplicação na indústria de pilhas secas em que é utilizado como ânodo (polo negativo). Sua densidade é de  $7,14 \text{ g.cm}^{-3}$ , a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Pode-se afirmar que a diferença dos valores de densidade entre esses dois metais é melhor explicada

- A) pela maior reatividade do zinco em relação ao cobre.
- B) pela diferença do raio atômico do cobre em relação ao zinco, com o átomo de cobre apresentando tamanho muito menor do que o de zinco.
- C) pela diferença de massa atômica do cobre em relação ao zinco, com o zinco apresentando massa bem maior.
- D) pelo posicionamento do zinco na tabela periódica, no período imediatamente posterior ao cobre.
- E) pelo diferente arranjo cristalino apresentado pelos dois metais: o cobre tem os seus átomos mais empacotados, restando menos espaços vazios entre eles.

**08.** (ITA-SP) Qual das opções a seguir apresenta o gráfico que mostra, esquematicamente, a variação da condutividade elétrica de um metal sólido com a temperatura?



## GABARITO

- 01. C
- 02. E
- 03. F F V
- 04. A)  $K_{(s)} \rightarrow$  Ligação metálica. Átomos.  
 $I_{2(s)} \rightarrow$  Interações intermoleculares do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido. Moléculas.  
 $KI_{(s)} \rightarrow$  Ligação iônica. Íons.
- B) Entre as substâncias sólidas apresentadas, a única condutora de corrente elétrica é o  $K_{(s)}$ . Isso ocorre porque o potássio é um metal e, portanto, possui elétrons livres para a condução.
- 05. Considerando o tipo de ligação química entre os metais, ligação metálica, explica-se a alta condutividade térmica e elétrica do cobre pela presença de elétrons livres em sua estrutura.
- 06. A
- 07. E
- 08. C

## Caderno Extra

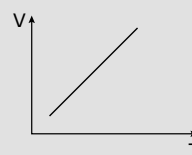
### MÓDULO 05

#### ESTUDO FÍSICO DOS GASES I

- 01.** Quanto à Teoria Cinética dos Gases, é incorreto dizer que as partículas gasosas
- são animadas.
  - atraem-se muito pouco.
  - têm movimento livre, desordenado e perpétuo.
  - ocupam um espaço considerável do volume gasoso.
  - podem ter velocidades diferentes num dado instante.
- 02.** (UFC-CE) Acidentes com botijões de gás de cozinha são noticiados com bastante frequência. Alguns deles ocorrem devido às más condições de industrialização (botijões defeituosos), e outros por uso inadequado. Entre estes últimos, um dos mais conhecidos é o armazenamento dos botijões em locais muito quentes.
- Nessas condições, e assumindo a lei dos gases ideais, é correto afirmar que
- a pressão dos gases aumenta e seu número de mols diminui.
  - a pressão dos gases diminui e seu número de mols diminui.
  - o número de mols permanece constante e a pressão aumenta.
  - a pressão e o número de mols dos gases aumentam.
  - a pressão e o número de mols dos gases não são afetados pelo aumento de temperatura.
- 03.** Usando os conceitos relacionados ao estudo dos gases, podemos afirmar corretamente que
- através da Lei de Boyle, é possível comprovar que, a uma temperatura constante, o volume ocupado por uma massa fixa de um gás é diretamente proporcional à pressão.
  - de acordo com a Teoria Cinética dos Gases, um gás é formado por partículas em constante movimento e, em um gás ideal, não há atração nem repulsão entre essas partículas.
  - pela Lei de Charles, para transformações isobáricas, o volume de um gás é inversamente proporcional à temperatura absoluta.
  - pela Lei de Gay-Lussac, proposta em 1802, quando uma massa variável de um gás sofre transformação isocórica, a pressão do gás será diretamente proporcional à temperatura absoluta do sistema.
  - pela Hipótese de Avogadro, gases diferentes, nas mesmas condições de volume, de pressão e de temperatura, sempre apresentarão diferentes números de moléculas.
- 04.** (UFMG) Um balão de borracha, como os usados em festas de aniversário, foi conectado a um tubo de ensaio, que foi submetido a aquecimento. Observou-se, então, que o balão aumentou de volume. Considerando-se essas informações, é correto afirmar que o aquecimento
- diminui a densidade do gás presente no tubo.
  - transfere todo o gás do tubo para o balão.
  - aumenta o tamanho das moléculas de gás.
  - aumenta a massa das moléculas de gás.
- 05.** Um aluno, na aula de Ciências, realiza o seguinte experimento:
- Em uma seringa, coloca ar até o volume de 20 cm<sup>3</sup>, num dia em que a temperatura é de 27 °C e a pressão é de 760 mmHg. Aperta-se o êmbolo da seringa, sem alterar a temperatura, reduzindo o volume a 5 cm<sup>3</sup>. Com relação ao experimento desenvolvido pelo aluno, assinale a alternativa incorreta.
- A nova pressão a que o gás se encontra submetido é de 3 040 mmHg.
  - Esse processo é isotérmico.
  - A energia cinética média das moléculas que formam o ar dobra durante o processo.
  - Após a contração de volume, a densidade do gás aumenta.
- 06.** (Mackenzie-SP) 40 litros de H<sub>2</sub> a 30 °C exercem uma pressão de 3 atm. Qual a pressão exercida pela mesma massa de gás se seu volume dobrar e a temperatura diminuir pela metade, na escala Celsius?
- 1,2 atm
  - 1,4 atm
  - 0,7 atm
  - 6,3 atm
  - 0,4 atm
- 07.** (UFES) O volume  $V$  de um gás ideal é diretamente proporcional à sua temperatura absoluta, medida em Kelvin, representada por  $K$ . Se  $V = 1\ 500\ \text{cm}^3$  quando  $T = 300\ \text{K}$ , qual será a temperatura quando o volume for  $2\ 500\ \text{cm}^3$ ? Qual será o volume quando a temperatura for  $200\ \text{K}$ ? Esboce um gráfico que represente a relação entre  $V$  e  $T$ .

#### GABARITO

01. D    03. B    05. C  
 02. C    04. A    06. B  
 07. Temperatura: 500 K; Volume: 1 000 cm<sup>3</sup>



## MÓDULO 06

## ESTUDO FÍSICO DOS GASES II

- 01.** (FMTM-MG) O GLP, gás liquefeito de petróleo, constituído por uma mistura de butano e propano, é um gás de grande utilização doméstica. Considere um recipiente fechado de 41 litros, contendo uma mistura de butano e propano a 127 °C, exercendo uma pressão de 2 atm. Sabendo-se que a mistura de gases contém 58 g de butano, a composição percentual em mol de butano e propano, nessa mistura, é de, respectivamente,

**Dados:**  $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ ;

Massas molares ( $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ):  $\text{C}_3\text{H}_8 = 44$  e  $\text{C}_4\text{H}_{10} = 58$ ;

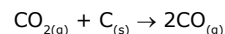
$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

- A) 20% e 80%.  
B) 40% e 60%.  
C) 50% e 50%.  
D) 60% e 40%.  
E) 80% e 20%.
- 02.** (Unicamp-SP) Os gêiseres são um tipo de atividade vulcânica que impressiona pela beleza e imponência do espetáculo. A expulsão intermitente de água em jatos na forma de chafariz é provocada pela súbita expansão de água profunda, superaquecida, submetida à pressão de colunas de água que chegam até à superfície. Quando a pressão da água profunda supera a da coluna de água, há uma súbita expansão, formando-se o chafariz até a exaustão completa, quando o ciclo recomeça.
- A) Se a água profunda estiver a 300 °C e sua densidade for  $0,78 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , qual será a pressão (em atmosferas) de equilíbrio dessa água supondo-se comportamento de gás ideal?  $R = 82 \text{ atm} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .
- B) Nas imediações dos gêiseres, há belíssimos depósitos de sais inorgânicos sólidos que se formam a partir da água que aflora das profundezas. Dê dois motivos que justifiquem tal ocorrência.
- 03.** (UFRGS-RS) Recentemente, identificou-se um aumento da concentração de metanal (formaldeído) no ar da cidade do Rio de Janeiro, possivelmente ocasionado por combustão incompleta em motores de automóveis adaptados para uso de gás natural. Admita que o gás natural seja constituído exclusivamente por metano e que, durante o processo de combustão, 1% dessa substância se converta apenas em formaldeído e água.
- Determine a massa, em gramas, de metanal ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) formado quando todo o metano ( $\text{CH}_4$ ), originalmente contido em um tanque de 82 L, à temperatura de 300 K e pressão de 150 atm, sofre combustão. Admita que o metano armazenado no tanque se comporte como um gás ideal.

- 04.** (UNESP) O clorato de potássio ( $\text{KClO}_3$ ) pode ser utilizado para a produção de oxigênio em laboratório. Quando aquecido na presença de um catalisador, o clorato se decompõe produzindo, além do gás desejado, cloreto de potássio ( $\text{KCl}$ ). O volume de oxigênio, medido nas CNTP ( $T = 273 \text{ K}$  e  $p = 1 \text{ atm}$ , com  $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ), produzido quando um mol do clorato é consumido, é de

- A) 67,2 L.  
B) 56,0 L.  
C) 44,8 L.  
D) 39,2 L.  
E) 33,6 L.

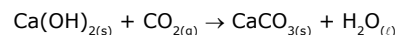
- 05.** (UFAL) Carbono em brasa reduz o dióxido de carbono a monóxido de carbono:



Admitindo que o rendimento dessa transformação seja da ordem de 20%, em mols, 10 litros de dióxido de carbono (nas condições ambiente de temperatura e pressão) produzirão, nas mesmas condições de temperatura e pressão, quantos litros de monóxido de carbono?

- A) 1,0 litro  
B) 2,0 litros  
C) 4,0 litros  
D) 10 litros  
E) 20 litros

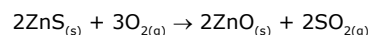
- 06.** (UFV-MG) Rachaduras em concretos podem ter variadas causas. Uma delas é a reação do  $\text{CO}_2$  atmosférico com o hidróxido de cálcio [ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ] presente no concreto, produzindo carbonato de cálcio e água. Essa reação altera o pH do sistema e aumenta a possibilidade de corrosão do aço usado na sustentação do concreto.



Sabendo que a constante dos gases ideais ( $R$ ) é igual a  $0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , o volume de  $\text{CO}_2$  (a 300 K e 1,0 atm) que reage completamente com 2,0 mol de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  é

- A) 22,4 L.  
B) 44,8 L.  
C) 49,2 L.  
D) 4,0 L.  
E) 2,0 L.

- 07.** (UFC-CE) A 0 °C e 1 atm, 19,5 g de sulfeto de zinco puro reagem estequiometricamente com oxigênio, de acordo com a reação:



Assumindo comportamento ideal, o volume (em L) de  $\text{SO}_2$  gerado será de, aproximadamente,

**Dado:**  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

- A) 1,1.  
B) 2,2.  
C) 3,3.  
D) 4,5.  
E) 5,6.

- 08.** (UFRJ) Em um recipiente fechado, foram colocados 2 mol de  $\text{N}_{2(g)}$ , 4 mol de  $\text{O}_{2(g)}$  e 4 mol de  $\text{H}_{2(g)}$  sem reagirem entre si. Sabendo que o volume total ocupado foi de 22,0 L e que a temperatura foi mantida a 0 °C, calcule
- A) a fração molar de cada componente.  
B) a pressão total exercida pela mistura.

09. (Unicamp-SP) 1,0 litro de nitrogênio líquido,  $N_{2(l)}$ , foi colocado em um recipiente de 30,0 litros, que foi imediatamente fechado. Após a vaporização do nitrogênio líquido, a temperatura do sistema era 27 °C.

**Dados:** Densidade do  $N_{2(l)}$  a -196 °C = 0,81 g.cm<sup>-3</sup>; Massa molar do  $N_2$  = 28 g.mol<sup>-1</sup>; R = 0,082 atm.L.K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>

- A) Qual foi a massa de nitrogênio colocada no recipiente?
- B) Qual será a pressão final dentro do recipiente? Considere que a pressão do ar originalmente presente no recipiente é de 1,0 atm.

10. (FUVEST-SP) Na câmara de explosão de um motor, uma mistura gasosa de octano e ar, na proporção de 4 para 276 volumes, respectivamente, é submetida a uma pressão de 28 atm antes de reagir sob a ação de faísca. Calcule a pressão parcial do oxigênio nessa mistura. Considere que o ar atmosférico contém 20% em mols de oxigênio.

11. Considere os gases  $NH_3$  e  $CO_2$  nas mesmas condições de pressão e temperatura. Podemos afirmar corretamente que a relação entre as velocidades de difusão desses gases,  $v(NH_3)/v(CO_2)$ , é igual a

**Dados:** Massas molares: C = 12 g.mol<sup>-1</sup>; O = 16 g.mol<sup>-1</sup>; N = 14 g.mol<sup>-1</sup>; H = 1 g.mol<sup>-1</sup>.

- A) 2,0.
- B) 1,6.
- C) 1,4.
- D) 0,6.
- E) 1,0.

12. (UEL-PR) Os gases do estômago, responsáveis pelo arrotto, apresentam composição semelhante à do ar que respiramos: nitrogênio, oxigênio, hidrogênio e dióxido de carbono. Nos gases intestinais, produzidos no intestino grosso pela decomposição dos alimentos, encontra-se também o gás metano. Considerando cada gás individualmente, qual seria a ordem esperada de liberação destes para o ambiente, em termos de suas velocidades médias de difusão no ar?

- A)  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2$ ,  $CH_4$
- B)  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CH_4$ ,  $CO_2$
- C)  $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$
- D)  $CO_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2$ ,  $CH_4$
- E)  $CH_4$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2$

13. Certo volume de gás hidrogênio demora 30 minutos para atravessar uma parede porosa. Qual o tempo empregado pelo mesmo volume de oxigênio na travessia da mesma parede nas mesmas condições de pressão e temperatura?

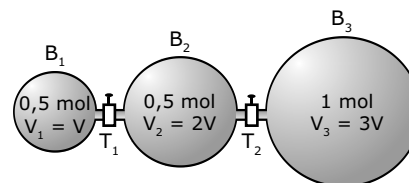
**Dados:** Massas atômicas: H = 1 u; O = 16 u

14. (FCC-BA) O gás metano começa a escapar por um pequeno orifício com a velocidade de 36 mL.min<sup>-1</sup>. Se o mesmo recipiente, nas mesmas condições, contivesse brometo de hidrogênio, qual seria a velocidade inicial de escape pelo mesmo orifício em mL.min<sup>-1</sup>?

**Dados:** H = 1 u; C = 12 u; Br = 80 u

- A)  $\frac{9}{4 \cdot 36}$
- B)  $\frac{4 \cdot 6}{9}$
- C)  $\frac{16 \cdot 36}{81}$
- D)  $\frac{81}{16 \cdot 36}$
- E)  $\frac{4 \cdot 36}{9}$

15. (UFV-MG) A figura a seguir mostra um sistema de três balões de vidro contendo gás nitrogênio ( $N_2$ ) nas quantidades e nos volumes indicados. Esses balões são interligados por meio das torneiras  $T_1$  e  $T_2$ , inicialmente fechadas.



Considerando que o  $N_2$  comporta-se como um gás ideal e que a temperatura nos três balões é a mesma e permanece constante, analise as seguintes afirmativas:

- I. A pressão em  $B_1$  é igual à pressão em  $B_2$ .
- II. Os produtos  $p_1V_1$ ,  $p_2V_2$  e  $p_3V_3$  são iguais entre si.
- III. Se apenas a torneira  $T_1$  for aberta, a pressão em  $B_2$  ficará igual à pressão em  $B_3$ .
- IV. Se apenas a torneira  $T_2$  for aberta, haverá difusão do gás de  $B_3$  para  $B_2$ .
- V. Se as torneiras  $T_1$  e  $T_2$  forem abertas, o número de mols em  $B_1$  continuará sendo igual a 0,5.

Assinale a alternativa correta.

- A) Apenas as afirmativas II, IV e V são verdadeiras.
- B) Apenas as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- C) Apenas as afirmativas III e IV são verdadeiras.
- D) Apenas as afirmativas I, II, IV e V são verdadeiras.
- E) Todas as afirmativas são verdadeiras.

16. (FGV-SP) Até a profundidade de 30 m, mergulhadores utilizam ar comprimido, constituído de, aproximadamente, 80% de  $N_2$  e 20% de  $O_2$  em volume. Quando um mergulhador está a 10 m de profundidade no mar, para garantir sua respiração, o ar deve ser fornecido a uma pressão de 2 atm.

Considere as seguintes afirmações:

- I. A densidade do ar respirado pelo mergulhador a 10 m de profundidade é igual à do ar na superfície do mar.
- II. As pressões parciais de  $N_2$  e  $O_2$  no ar comprimido respirado a 10 m de profundidade são iguais a 1,6 atm e 0,4 atm, respectivamente.
- III. Em temperaturas iguais, as quantidades de moléculas de  $N_2$  contidas em iguais volumes de ar comprimido são maiores quanto maiores forem as pressões.

Está correto o que se afirma em

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

17. (FEI-SP) Relativamente a 100 g de uma mistura gasosa que contém 64% de  $O_2$  e 36% de  $H_2$  em massa, a 27 °C e 1 atm, assinale a alternativa correta.

**Dados:** Massas atômicas:  $O = 16$  u;  $H = 1$  u;  
 $R = 0,082$  atm.L.mol<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>

- A) A mistura ocupa um volume de 72,35 L.
- B) A mistura apresenta composição molar 10% de  $O_2$  e 90% de  $H_2$ .
- C) A massa molecular média da mistura é 34.
- D) A pressão parcial do  $O_2$  na mistura é 0,64 atm.
- E) O número de mols da mistura é 2,94.

18. (UNESP) A maior parte dos mergulhos recreativos é realizada no mar, utilizando cilindros de ar comprimido para a respiração. Sabe-se que

- I. o ar comprimido é composto por aproximadamente 20% de  $O_2$  e 80% de  $N_2$  em volume.
- II. a cada 10 metros de profundidade, a pressão aumenta 1 atm.
- III. a pressão total a que o mergulhador está submetido é igual à soma da pressão atmosférica mais a da coluna de água.
- IV. para que seja possível a respiração debaixo d'água, o ar deve ser fornecido à mesma pressão a que o mergulhador está submetido.
- V. em pressões parciais de  $O_2$  acima de 1,2 atm, o  $O_2$  tem efeito tóxico, podendo levar à convulsão e à morte.

A profundidade máxima em que o mergulho pode ser realizado empregando ar comprimido, sem que seja ultrapassada a pressão parcial máxima de  $O_2$ , é igual a

- A) 12 metros.
- B) 20 metros.
- C) 30 metros.
- D) 40 metros.
- E) 50 metros.

19. (UFPI) Em águas naturais, sobretudo as de superfície, são encontrados gases dissolvidos, como  $O_2$ ,  $CO_2$  e  $H_2S$ . Analise as afirmativas a seguir e marque a alternativa correta.

- A) A difusão desses gases em água aumenta com o decréscimo da temperatura.
- B) Nas mesmas condições, as velocidades de difusão dos gases são iguais.
- C) Supondo esses gases ideais, com mesma fração molar, o  $CO_2$  exercerá maior pressão parcial.
- D) A solubilidade do gás depende da temperatura, mas não depende da pressão.
- E) A difusão de um gás em água depende da concentração, em temperatura e pressão constantes.

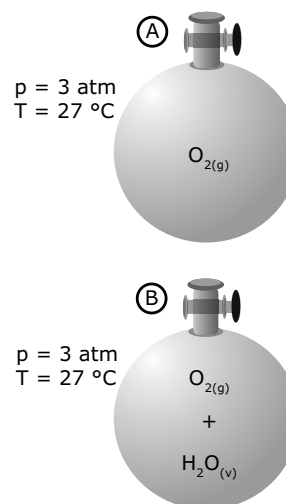
20. (UNESP) Dois maçaricos, 1 e 2, operando sob as mesmas condições de fluxo dos gases, com as pressões mostradas na tabela a seguir, são utilizados para a produção de calor na execução de corte e solda em peças metálicas.

Maçarico	Gases na mistura	Pressão parcial relativa do gás na mistura
1	Acetileno ( $C_2H_2$ ) Oxigênio ( $O_2$ )	1/4 p 3/4 p
2	Acetileno ( $C_2H_2$ ) Ar (20% de $O_2$ e 80% de $N_2$ )	1/4 p 3/4 p

Nessas condições de operação, observa-se que a temperatura da chama do maçarico 1 é maior do que a do maçarico 2. Essa diferença nas temperaturas das chamas dos dois maçaricos ocorre, pois

- A) o  $N_2$  presente na mistura gasosa do maçarico 2 reage preferencialmente com o acetileno, liberando menos calor que a reação deste com o  $O_2$ .
- B) o  $N_2$  presente na mistura gasosa do maçarico 2 reage preferencialmente com o oxigênio, liberando menos calor que a reação deste com o  $C_2H_2$ .
- C) a entalpia de combustão do acetileno é menor na ausência de  $N_2$ .
- D) a entalpia de combustão do acetileno é maior na ausência de  $N_2$ .
- E) a pressão parcial do oxigênio no maçarico 1 é maior que no maçarico 2.

21. (UFRJ) As figuras a seguir mostram dois balões iguais e as condições de temperatura e pressão a que eles estão submetidos. O balão A contém 4,1 L de oxigênio puro, e o B contém uma mistura de oxigênio e vapor-d'água (oxigênio úmido).



- A) Quantas moléculas de oxigênio existem no balão A?
- B) Qual dos dois balões é o mais pesado? Justifique sua resposta.

22. Numa transformação gasosa, constatou-se que a energia cinética média das moléculas duplicou. Pergunta-se:  
A) Qual o aumento da temperatura absoluta do gás?  
B) Qual o aumento de velocidade média de suas moléculas?
23. Na mesma temperatura, um gás é quatro vezes mais denso que outro. Qual a relação entre suas velocidades de efusão?
24. Um gás está a 27 °C. A que temperatura a velocidade média de suas moléculas irá duplicar?

## GABARITO

01. B  
02. A) 2 036,06 atm  
B) • Diminuição da temperatura da água ao entrar em contato com a atmosfera, fazendo com que a solubilidade de sais de dissolução endotérmica diminua.  
• Evaporação do solvente água, provocando cristalização dos solutos não voláteis, ou seja, os sais.
03.  $m(\text{CHO}) = 150 \text{ g}$   
04. E  
05. C  
06. C  
07. D  
08. A)  $x_{\text{N}_2} = 0,2$        $x_{\text{O}_2} = 0,4$        $x_{\text{H}_2} = 0,4$   
B)  $p_{\text{total}} = 10,2 \text{ atm}$   
09. A)  $m(\text{N}_2) = 810 \text{ g}$       B)  $p = 24,7 \text{ atm}$   
10.  $p_{\text{O}_2} = 5,52 \text{ atm}$   
11. B  
12. C  
13. 2 horas  
14. E  
15. C  
16. D  
17. B  
18. E  
19. E  
20. E  
21. A)  $3,0 \cdot 10^{23}$  moléculas de  $\text{O}_2$   
B) O balão A. Os dois balões têm o mesmo número de moléculas, já que os gases contidos neles estão submetidos às mesmas condições de temperatura e pressão. No entanto, a molécula de  $\text{H}_2\text{O}$  é mais leve que a de  $\text{O}_2$ . Dessa maneira, a massa de balão B que contém a mistura é menor que a massa do balão A, que contém  $\text{O}_2$  puro.
22. A) A temperatura duplicou.  
B) A velocidade foi multiplicada por  $\sqrt{2}$ .
23. A velocidade de efusão desse gás é a metade da velocidade de efusão do outro.
24. 927 °C

## MÓDULO 07

### CÁLCULOS DE FÓRMULAS

01. (PUCPR) Está registrado na Bíblia, em Levíticos, que as folhas e galhos do salgueiro que nasce nos riachos são medicinais. Há 2 400 anos, Hipócrates já recomendava folhas de salgueiro para doenças e trabalhos de parto. Hoje, a aspirina – ácido acetilsalicílico – é a droga mais popular em todo o mundo. Estima-se que já tenham sido consumidos  $1 \cdot 10^{12}$  tabletes de aspirina. A cada ano, 50 000 tabletes de aspirina são vendidos mundialmente – isto sem contar as outras formas como o AAS aparece no mercado, quer seja em outras marcas da aspirina ou, ainda, combinado com outros analgésicos, cafeína ou vitamina C.

Registrada sob a patente n. 36 433 de Berlim, em 1899, a aspirina superou gerações e continua sendo a droga mais utilizada no combate à dor – e a cada ano surgem mais indicações para esse fármaco.

Disponível em: [www.qmcweb.org](http://www.qmcweb.org).

A aspirina tem 60% de carbono, 4,5% de hidrogênio e 35,5% de oxigênio. Determine sua fórmula empírica.

**Dados:** C = 12; H = 1; O = 16

- A)  $\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_2$       C)  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_1$       E)  $\text{C}_{18}\text{H}_{16}\text{O}_8$   
B)  $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$       D) CHO

02. Em um composto, 1 g de hidrogênio combina-se com 32 g de enxofre e 64 g de oxigênio e sua massa molecular é 194. Qual sua fórmula molecular?

**Dados:** H = 1; O = 16; S = 32.

03. Em um óxido de enxofre, foram encontradas massas iguais de enxofre e oxigênio. Qual a fórmula molecular do composto?

**Dados:** S = 32; O = 16.

04. O aumento do consumo diário de ácido fólico, encontrado em folhas verdes, pode evitar anualmente 50 000 mortes por doenças vasculares. Como o estudo do ácido fólico mostrou que ele pode prevenir defeitos congênitos em recém-nascidos, o mesmo tem sido acrescentado em maiores quantidades a cereais. A deficiência do ácido fólico tem sido vinculada a defeitos congênitos no cérebro e na espinha e também a altos teores no sangue do aminoácido homocisteína, responsável por infartos e derrames cerebrais.

NEW ENGLAND JOURNAL OF MEDICINE, 09 abr. 1998.

Calcule a percentagem de nitrogênio na molécula de ácido fólico ( $\text{C}_{19}\text{H}_{20}\text{N}_6\text{O}_5$ ).

05. (UFSM-RS) A fórmula molecular do ácido ascórbico (vitamina C) é  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ , então, esse composto apresenta
- I. 6% de C, 8% de H e 8% de O.  
II. fórmula mínima  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$ .  
III. 3 g de C em 50 g do composto.  
Das proposições, está(ão) correta(s)
- A) apenas I.      D) apenas II e III.  
B) apenas II.      E) I, II e III.  
C) apenas I e III.





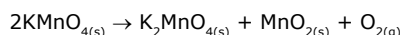
Quantas toneladas de óxido de magnésio são consumidas no tratamento de  $9,6 \cdot 10^3$  toneladas de  $\text{SO}_2$ ?

**Dados:** Massas molares:  $\text{SO}_2 = 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\text{MgO} = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

- A)  $1,5 \cdot 10^2$       C)  $1,0 \cdot 10^3$       E)  $2,5 \cdot 10^4$   
B)  $3,0 \cdot 10^2$       D)  $6,0 \cdot 10^3$

- 03.** (UEPG-PR) Um método para a preparação controlada de oxigênio puro é a decomposição térmica de permanganato de potássio sob vácuo, conforme a equação:

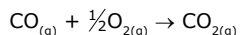


**Dados:** K = 39 u; Mn = 55 u; O = 16 u

Considere a decomposição completa de 2 mol de permanganato de potássio e assinale o que for correto.

01. A massa de  $\text{KMnO}_{4(s)}$  decomposta é 158 g.  
02. A massa total dos produtos sólidos é 316 g.  
04. A quantidade de  $\text{O}_{2(g)}$  produzida é 1 mol.  
08. As quantidades, em mol, do reagente e de cada um dos produtos são iguais.  
16. Nesta reação, ocorre redução dos átomos de manganês.  
Soma (    )

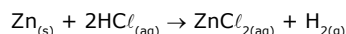
- 04.** (UFAM) A reação de combustão do monóxido de carbono é dada pela equação



Considere que esta reação ocorra em um sistema mantido nas CNTP e inicie-se a partir de seis litros de uma mistura estequiométrica de monóxido e oxigênio. Qual o volume total do sistema quando 50% do  $\text{CO}_2$  tiver sido formado?

- A) 2,0 litros      C) 3,0 litros      E) 1,5 litro  
B) 5,0 litros      D) 4,0 litros

- 05.** (UEM-PR) De acordo com a reação a seguir, qual é o volume aproximado de hidrogênio formado ao se reagirem 50 g de zinco com excesso de ácido clorídrico a uma pressão de 4,3 atm e temperatura de 150 °C?



**Dados:** R = 0,082 atm.L.mol<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>

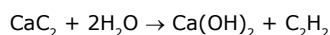
- A) 0,769      C) 22      E) 62,1  
B) 2,2      D) 6,2

- 06.** (FUVEST-SP) Na combustão de um mol de etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) a dióxido de carbono e água, ambos no estado gasoso, formam-se, a 1 atmosfera e 100 °C, os seguintes volumes de  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , em litros:

**Dados:** Volume molar dos gases a 100 °C e 1 atm = 30,6 L

- A) 15,3 e 30,6      D) 61,2 e 61,2  
B) 30,6 e 30,6      E) 61,2 e 91,8  
C) 30,6 e 61,2

- 07.** (Cesgranrio) Um funileiro usa um maçarico de acetileno para soldar uma panela. O gás acetileno é obtido na hora, através da seguinte reação química:



Qual a massa aproximada de carbureto de cálcio ( $\text{CaC}_2$ ) necessária para obter 12,31 L de acetileno ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) a 1 atm e 27 °C?

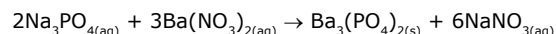
- A) 64 g      C) 3,2 g      E) 6,4 g  
B) 16 g      D) 32 g

- 08.** (UEM-PR) Misturou-se uma solução aquosa que possui 8,00 g de hidróxido de sódio (dissolvido) com outra solução aquosa que possui 10,8 g de ácido sulfúrico (dissolvido). Após se completar a reação de neutralização, Responda:

**Dados:** Na = 23 u; O = 16 u; H = 1 u; S = 32 u

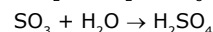
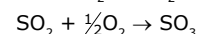
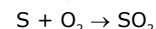
- A) Quantos gramas de sal foram produzidos?  
B) Quantos gramas de água foram produzidos?  
C) Quantos gramas sobrou do reagente em excesso?

- 09.** (UEM-PR) Considerando a reação a seguir, responda às questões A, B e C.



- A) Quais os nomes dos reagentes?  
B) Quantos gramas de  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_{2(s)}$  são formados quando se mistura uma solução contendo 3,28 g de  $\text{Na}_3\text{PO}_{4(aq)}$  com uma solução contendo 7,83 g de  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_{2(s)}$ ?  
C) Se misturarmos quantidades de  $\text{Na}_3\text{PO}_{4(aq)}$  e  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_{2(aq)}$  de modo a não haver sobras, ou seja, em proporção estequiométrica, e forem produzidos 2,04 kg de  $\text{NaNO}_{3(aq)}$ , qual será a quantidade de matéria produzida (em mol) de  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_{2(s)}$ ?

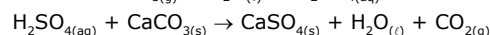
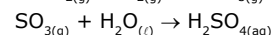
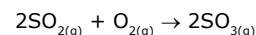
- 10.** (UERJ) Os combustíveis fósseis, como o carvão e o petróleo, apresentam impurezas, entre elas o enxofre, que em determinadas condições são oxidados e, em contato com a umidade do ar, transformam-se em ácido sulfúrico. Este último precipita sob a forma de "chuva ácida", causando sérios danos ao meio ambiente. Esses fenômenos estão representados pelas equações:



A massa de ácido sulfúrico formada com a queima total de 12,8 kg de carvão contendo 2,5% em massa de enxofre é igual a

- A) 0,32 kg.      C) 0,98 kg.      E) 1,32 kg.  
B) 0,64 kg.      D) 1,28 kg.

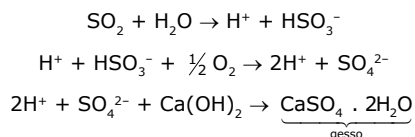
- 11.** (PUC RS) Um dos efeitos da chamada "chuva ácida" causada pelo  $\text{SO}_{2(g)}$  lançado na atmosfera é a transformação do mármore,  $\text{CaCO}_{3(s)}$ , em gesso,  $\text{CaSO}_{4(s)}$ , que pode ser representado pelas seguintes equações:



A quantidade de gesso que pode ser formada, no máximo, pela reação de 44,8 litros de  $\text{SO}_{2(g)}$  lançado na atmosfera, nas CNTP, é

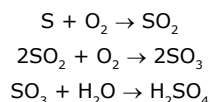
- A) 34 g.      C) 136 g.      E) 340 g.  
B) 68 g.      D) 272 g.

- 12.** (UERJ) Uma das principais causas da poluição atmosférica é a queima de óleos e carvão, que libera para o ambiente gases sulfurados. A sequência reacional a seguir demonstra um procedimento moderno de eliminação de anidrido sulfuroso, que consiste em sua conversão a gesso.



Calcule a massa de gesso, em gramas, que pode ser obtida a partir de 192 g de anidrido sulfuroso, considerando um rendimento de 100% no processo de conversão.

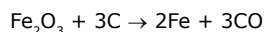
- 13.** (UFPA) Uma das formas de poluição de nossos dias é a chuva ácida. Ela provoca a destruição de monumentos históricos, como a Basílica de Nazaré em Belém, cuja fachada é revestida de mármore, através da corrosão provocada pelo ácido. A origem dessa forma de poluição encontra-se na queima de derivados de petróleo que contêm impurezas como o enxofre, e se processa segundo as reações:



Massas atômicas: S = 32; O = 16; H = 1

Considerando-se que em 100 mL de gasolina encontram-se 3,2 mg de enxofre, a quantidade (em gramas) de ácido sulfúrico formada pela queima desse volume de combustível será de

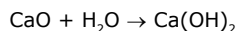
- A) 98.                      C)  $98 \cdot 10^{-2}$ .                      E)  $98 \cdot 10^{-4}$ .  
B)  $98 \cdot 10^{-1}$ .                      D)  $98 \cdot 10^{-3}$ .
- 14.** (UFRGS-RS) Num experimento, 1 000 kg do minério hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  + impurezas refratárias) foram reduzidos com coque, em temperatura muito elevada, segundo a reação representada a seguir:



Supondo-se que a reação tenha sido completa, a massa de ferro puro obtida foi de 558 kg. Pode-se concluir que a porcentagem de pureza do minério é, aproximadamente, igual a

A) 35%.    B) 40%.    C) 55,8%.    D) 70%.    E) 80%.

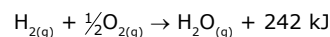
- 15.** (UCB-DF) Uma prática muito comum na agricultura é a utilização de cal virgem, na correção da acidez do solo a ser usado para o plantio. A cal virgem, jogada no solo, entra em contato com a água, produzindo a cal hidratada, de acordo com a equação a seguir:



Se, na correção de um solo ácido, foram utilizados 15 gramas de cal virgem, que apresenta 60%, em massa de CaO, a massa de cal hidratada obtida será de, aproximadamente,

A) 11,9 g.                      C) 19,5 g.                      E) 30,0 g.  
B) 9,0 g.                      D) 0,1 g.

- 16.** (FEI-SP) A queima de 1 kg (1,1639 L) de certa gasolina libera 49 610 kJ. A equação de combustão do hidrogênio é

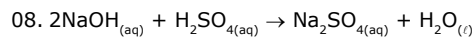
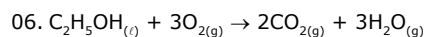
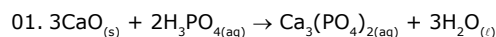


Mesmo considerando-se recipientes reforçados para mesma autonomia energética, os tanques para hidrogênio são mais volumosos. O número de vezes que a capacidade do reservatório de  $\text{H}_2$  (referido às condições normais de temperatura e pressão) é maior em relação ao da gasolina é

- A) igual.  
B) 4.  
C) 40.  
D) 400.  
E) 4 000.

**Instrução:**

As equações a seguir não são fornecidas nos respectivos exercícios; caso necessite, utilize-as para a resolução. Contudo, recomendamos que você, inicialmente, tente construí-las a partir de informações contidas nos enunciados e apenas as consulte em caso de dúvidas.



**GABARITO**

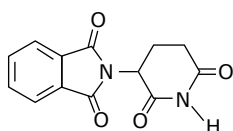
01. C  
02. D  
03. Soma = 20  
04. B  
05. D  
06. E  
07. D  
08. A) 14,2 g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$   
B) 3,6 g de  $\text{H}_2\text{O}$   
C) 1 g de  $\text{H}_2\text{SO}_4$   
09. A) Fosfato de sódio e nitrato de bário.  
B) 6,01 g de  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_{2(\text{s})}$   
C) 4 mol de  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_{2(\text{s})}$   
10. C  
11. D  
12. 516 g de gesso  
13. E    14. E    15. A    16. E

## Caderno Extra

### MÓDULO 05

#### COMPOSTOS AROMÁTICOS

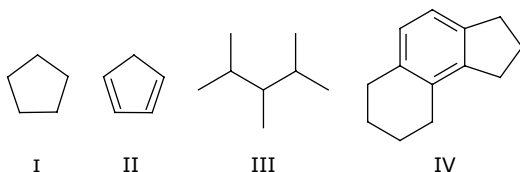
- 01.** (UFMG) A talidomida, substância causadora de deformações fetais, tem sido empregada no tratamento da hanseníase. Estuda-se sua possível utilização para combater as causas de um tipo de cegueira.



Talidomida

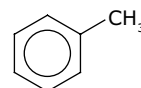
Com relação à molécula da talidomida, a afirmativa falsa é:

- A) Ela apresenta doze átomos de hidrogênio.  
 B) Ela apresenta grupos carbonila.  
 C) Ela apresenta um anel aromático.  
 D) Ela apresenta um átomo de carbono assimétrico.  
 E) Ela é tricíclica.
- 02.** (UNESP) O petróleo, a matéria-prima da indústria petroquímica, consiste principalmente de hidrocarbonetos, compostos contendo apenas carbono e hidrogênio na sua constituição molecular. Considerando os hidrocarbonetos I, II, III e IV:

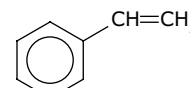


- A) Dê as fórmulas moleculares de cada composto.  
 B) Rotule cada um dos compostos como alcano, alceno, alcino ou hidrocarboneto aromático.

- 03.** (UEM-PR) Considerando os compostos I e II, assinale a alternativa correta.

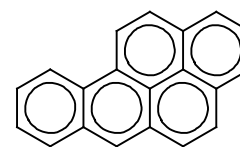


I (metilbenzeno)



II (feniletileno)

- A) O composto II não é aromático, pois possui 8 elétrons pi.  
 B) O composto I não é aromático, pois possui um carbono  $sp^3$  com quatro ligações simples.  
 C) O composto II tem anel planar, pois todos os carbonos do anel são  $sp^2$ .  
 D) No composto I, todas as ligações C—C e C—H fazem ângulos de  $120^\circ$  entre si.  
 E) No composto II, existem sete carbonos com hibridização  $sp^2$  e um com hibridização  $sp$ .
- 04.** (UEL-PR) Entre os componentes do cigarro, encontram-se a nicotina – que interfere no fluxo de informações entre as células – a amônia – que provoca irritação nos olhos – e o alcatrão – formado pela mistura de compostos como o benzopireno, o crizeno e o antraceno, todos com potencial cancerígeno. Sobre o benzopireno, cuja estrutura química é apresentada a seguir, é correto afirmar que a molécula é formada por



Benzopireno

- A) cadeias aromáticas com núcleo benzênico.  
 B) arranjo de cadeias carbônicas acíclicas.  
 C) cadeias alicíclicas de ligações saturadas.  
 D) cadeias carbônicas heterocíclicas.  
 E) arranjo de anéis de ciclo-hexano.

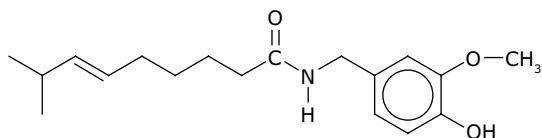
- 05.** (UFSC) A estrutura do hidrocarboneto aromático benzeno ( $C_6H_6$ ) é representada pelo híbrido de ressonância a seguir, que possui



01. três carbonos híbridos em  $sp^3$  e três carbonos híbridos em  $sp^2$ .
02. seis orbitais não híbridos denominados "p puros".
04. todos os átomos de hidrogênio ligados aos de carbono através de ligações  $\sigma$  ( $s-sp^2$ ).
08. três ligações do tipo  $\pi$ .
16. apenas seis ligações do tipo  $\sigma$ .
32. todos os carbonos híbridos em  $sp^2$ .
64. três carbonos saturados e três carbonos insaturados.

Soma ( )

- 06.** (UEL-PR)



Em relação à estrutura da capsaicina, considere as afirmativas a seguir:

- I. Apresenta cadeia carbônica insaturada.
- II. Apresenta três átomos de carbono terciários.
- III. Apresenta possibilidade de formar ligações de hidrogênio.
- IV. Apresenta um ciclo de 6 átomos de carbono  $sp^2$  com elétrons  $\pi$  ressonantes.

Estão corretas apenas as afirmativas

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

- 07.** (FGV-SP) BTX – mistura de benzeno, tolueno e xileno – é encontrada no ambiente de usinas siderúrgicas e é considerada perigosa, pois

- A) é altamente inflamável.
- B) causa câncer de pele.
- C) causa blefarite.
- D) produz graves alterações no sangue.
- E) produz alterações nas gônadas masculinas.

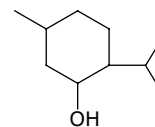
## GABARITO

01. A
02. A) I.  $C_5H_{10}$   
 II.  $C_5H_6$   
 III.  $C_8H_{18}$   
 IV.  $C_{13}H_{16}$
- B) I. Cicloalcano (alcano)  
 II. Cicloalcadieno (alceno de cadeia fechada)  
 III. Alcano  
 IV. Hidrocarboneto aromático
03. C
04. A
05. Soma = 46
06. D
07. D

## MÓDULO 06

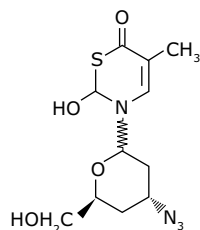
### ÁLCOOIS, FENÓIS E ÉTERES

- 01.** (UEPG-PR) O mentol é utilizado em vários produtos comerciais tais como balas e loções. Com base na fórmula estrutural desse composto, que é mostrada a seguir, assinale o que for correto.



01. É um álcool.
02. Sua fórmula molecular é  $C_{10}H_{20}O$ .
04. É um composto insaturado.
08. Sua fórmula mínima é igual à sua fórmula molecular.
16. Todos os átomos de carbono estão situados no mesmo plano.
- Soma ( )

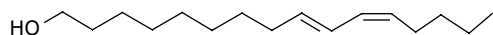
- 02.** (UFLA-MG / Adaptado) O AZT possui capacidade de inibir a infecção e os efeitos citopáticos do vírus da imunodeficiência humana do tipo HIV, agente causador da Aids. Esse composto possui em sua estrutura vários grupos funcionais e carbonos assimétricos.



Com relação a esse composto:

- A) Cite dois grupos funcionais oxigenados, presentes na molécula de AZT.
- B) Transcreva a estrutura, identificando os carbonos assimétricos.
- C) Identifique dois carbonos  $sp^2$  e dois carbonos  $sp^3$  na estrutura transcrita.
- 03.** (Mackenzie-SP) Certos odores são usados por animais para estabelecer uma "comunicação química" entre indivíduos de mesma espécie, por exemplo, marcar trilhas ou para a atração sexual, na época do acasalamento. Esses compostos, chamados de feromônios, são usados pelo homem, em quantidades muito pequenas, em armadilhas, servindo para atrair e matar insetos prejudiciais, ou para atrair grandes cardumes.

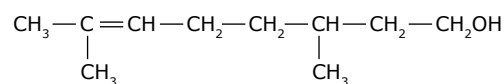
Em relação ao feromônio de fórmula estrutural a seguir, é correto afirmar que



**Dado:** Massa molar ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ): H = 1, C = 12, O = 16.

- A) tem fórmula molecular  $\text{C}_{16}\text{H}_{29}\text{O}$ .
- B) apresenta, em  $1 \cdot 10^{-13}$  g, aproximadamente  $2,4 \cdot 10^8$  moléculas.
- C) é um enol.
- D) é um álcool saturado.
- E) é um hidrocarboneto.

- 04.** (UFPEL-RS) As essências artificiais são destinadas ao uso, em perfumaria e saboaria, para a composição de perfumes de flores. Assim, a essência artificial de rosas é constituída de geraniol, citronelol, formiato de citronelila, butirato de citronelila, etc.



Citronelol

A nomenclatura oficial para citronelol é

- A) 2,6-dimetiloctanol.
- B) 3,7-dimetiloctanol.
- C) 2,6-dimetil-6-octeno-1-ol.
- D) 3,7-dimetil-6-octeno-1-ol.
- E) 2,6-dimetil-3-octeno-1-ol.
- 05.** (FUVEST-SP) Entre as fórmulas a seguir, aquela que representa uma substância utilizada como combustível, solvente e componente de bebidas é:
- A)
- B)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- C)  $\text{CH}_3\text{CHO}$
- D)  $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
- E)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
- 06.** (UDESC) Com relação ao metanol e ao etanol, a alternativa correta é:

- A) O metanol é o álcool mais utilizado como combustível para automóveis.
- B) Ambos os álcoois podem ser utilizados na fabricação de bebidas alcoólicas.
- C) O etanol apresenta cadeia carbônica maior que o metanol.
- D) O metanol também é conhecido como álcool etílico.
- E) O etanol também é conhecido como álcool metílico.

07. (UFRRJ) Um dos critérios utilizados pelos químicos para classificar as substâncias leva em consideração, principalmente, o tipo de elemento e o número de átomos desse elemento. Muitas propriedades são decorrentes dessas combinações. A tabela a seguir contém propriedades de algumas substâncias.

Substâncias	P.F. (°C)	P.E. (°C)	$\rho$ (g.mL <sup>-1</sup> )	Solubilidade em H <sub>2</sub> O
Glicerina	20	290	1,26	Muito solúvel
Eugenol	-7,5	253	1,07	Insolúvel
Etanodiol	-144	35	0,84	Pouco solúvel

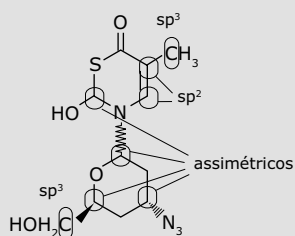
- A) Em que estado físico se encontra a glicerina num dia muito frio, com a temperatura próxima a 0 °C?
- B) Uma mistura de eugenol e glicerina pode ser separada por adição de água? Justifique sua resposta.

## GABARITO

01. Soma = 11

02. A) Hidroxila alcoólica e óxi.

B) e C)



03. B

05. B

04. D

06. C

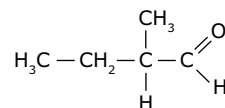
07. A) Sólido.

B) Sim, já que, de acordo com a tabela dada, o eugenol é líquido em temperatura ambiente e insolúvel na água, resultando assim em uma mistura com duas camadas líquidas – uma de eugenol e outra com água e glicerina.

## MÓDULO 07

### ALDEÍDOS E CETONAS

01. (Unicentro-PR) O nome do composto a seguir é

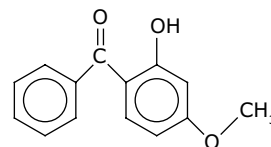


- A) ácido 2-metilbutanodioico.  
 B) pentanal.  
 C) ácido pentanodioico.  
 D) 2-metilbutanal.  
 E) pentanona.

02. (UFPE) A acetona (dimetilcetona, 2-propanona ou propan-2-ona) é um composto sintético que também ocorre naturalmente no meio ambiente. É um líquido incolor de odor e sabor fáceis de distinguir. Evapora facilmente, é inflamável e solúvel em água. O grupo funcional que caracteriza esse composto é o

- A) R—OH.  
 B) R—O—R.  
 C) R—CH=O.  
 D) R—CO—R.  
 E) R—NH<sub>2</sub>.

03. (Mackenzie-SP) Usado na fabricação de protetores solares, o composto 2-hidroxi-4-metoxi-benzofenona está representado a seguir.



Dessa substância, fazem-se as afirmações:

- I. Apresenta os grupos funcionais fenol, éter e cetona.  
 II. Possui dois anéis aromáticos em sua estrutura.  
 III. É um hidrocarboneto aromático ramificado.

Das afirmações feitas,

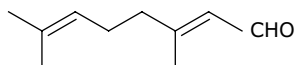
- A) I, II e III estão corretas.  
 B) somente II está correta.  
 C) somente I e III estão corretas.  
 D) somente III está correta.  
 E) somente I e II estão corretas.



- 04.** A acetona é uma substância tradicionalmente usada para remover o esmalte das unhas. No entanto, como essa substância é empregada no refino de algumas drogas como a cocaína, sua comercialização em farmácias vem sendo proibida. Em seu lugar, encontramos à venda uma mistura de outros solventes orgânicos, com o nome de removedor de esmalte.

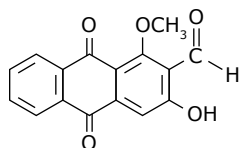
A respeito da acetona, escreva

- A) seu nome de acordo com as regras de IUPAC.  
B) seu nome usual, baseado nos grupos orgânicos ligados à carbonila.
- 05.** (PUC Minas) O citral, que é o constituinte principal do óleo de capim-limão (*Andropogon schoenanthus*), apresenta a seguinte estrutura:



Com relação à estrutura apresentada, a afirmativa correta é:

- A) Pertence à função aldeído.  
B) É um hidrocarboneto saturado.  
C) Apresenta duas ligações  $\pi$ .  
D) A cadeia carbônica é classificada como heterogênea.  
E) Pertence à função ácido carboxílico.
- 06.** (UFRGS-RS) Noni (*Morinda citrifolia*) é uma das plantas medicinais tradicionais mais importantes na Polinésia, sendo usada há mais de 2 000 anos. Dessa planta, é isolado um composto, o damnacanthal, que vem sendo estudado devido à sua atividade anticancerígena. Observe a seguir a estrutura desse composto.



Damnacanthal

Assinale a alternativa que apresenta as funções orgânicas presentes na estrutura do damnacanthal.

- A) Ácido carboxílico, aldeído, éter e álcool.  
B) Aldeído, cetona, éter e fenol.  
C) Ácido carboxílico, aldeído, éter e fenol.  
D) Ácido carboxílico, cetona, éter e álcool.  
E) Aldeído, cetona, éter e fenol.

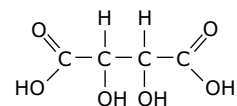
## GABARITO

01. D  
02. D  
03. E  
04. A) Propanona  
B) Dimetilcetona  
05. A  
06. E

## MÓDULO 08

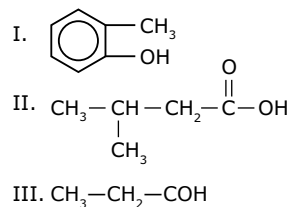
### ÁCIDOS E SAIS CARBOXÍLICOS

- 01.** (UFJF-MG) O ácido tartárico, um constituinte das uvas, possui a estrutura:



Substituindo em sua molécula cada um dos grupos carboxila por um grupo metil obtém-se um(a)

- A) diol.  
B) tetrol.  
C) diácido.  
D) aldeído.  
E) cetona.
- 02.** (UCB-DF) A nomenclatura IUPAC dos compostos a seguir, é, respectivamente,



- A) 1-metil-2-hidroxibenzeno; ácido 3-metilbutanoico; propanona.  
B) 1-hidróxi-2-metilbenzeno; 3-metilbutanal; propanal.  
C) 1-hidroxifenol; ácido 3-metilbutanoico; propanona.  
D) 2-metilfenol; 2-metilbutanal; ácido propanoico.  
E) 1-hidróxi-2-metilbenzeno; ácido 3-metilbutanoico; propanal.

