

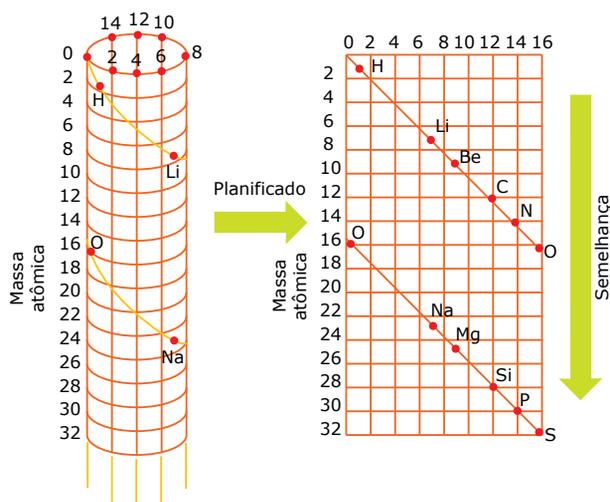
Classificação Periódica

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.

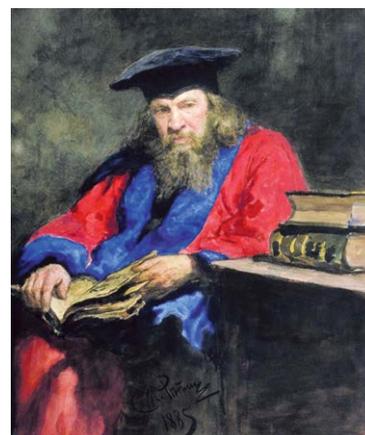
Em 1863, o geólogo e mineralogista francês **Alexandre-Emile Béguyer de Chancourtois** dispôs os elementos em uma espiral traçada nas paredes de um cilindro, em ordem crescente de massa atômica. Tal classificação recebeu o nome de **parafuso telúrico**. Apesar da importância desse trabalho, ele foi ignorado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



Ilya Yefimovich Repin / Domínio Público

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.

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

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 encontramos 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												13 14 15 16 17					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 ¹		1s ²
2	[He] 2s ^x		[He] 2s ² 2p ^y
3	[Ne] 3s ^x		[Ne] 3s ² 3p ^y
4	[Ar] 4s ^x	[Ar] 4s ² 3d ^z	[Ar] 4s ² 3d ¹⁰ 4p ^y
5	[Kr] 5s ^x	[Kr] 5s ² 4d ^z	[Kr] 5s ² 4d ¹⁰ 5p ^y
6	[Xe] 6s ^x	[Xe] 6s ² 4f ¹⁴ 5d ^z	[Xe] 6s ² 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6p ^y
7	[Rn] 7s ^x	[Rn] 7s ² 5f ¹⁴ 6d ^z	[Rn] 7s ² 5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7p ^y
6	[Xe] 6s ² 4f ^w		
7	[Rn] 7s ² 5f ^w		

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 ¹
2 (IIA)	Metais alcalinoterrosos	ns ²
13 (IIIA)	Família do boro	ns ² np ¹
14 (IVA)	Família do carbono	ns ² np ²
15 (VA)	Família do nitrogênio	ns ² np ³
16 (VIA)	Calcogênios	ns ² np ⁴
17 (VIIA)	Halogênios	ns ² np ⁵
18 (VIIIA ou 0)	Gases nobres	ns ² np ⁶

OBSERVAÇÃO

O elemento hélio, apesar de ter configuração eletrônica 1s², 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^x(n-1)d^z ou ns^x(n-2)f¹⁴(n-1)d^z. 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

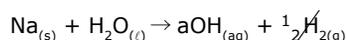
Os metais de transição interna são os **lantânídeos** e **actinídeos**, que fazem parte da coluna 3 (IIIB) nos períodos 6 e 7, respectivamente (bloco f). Esses elementos têm configuração geral ns²(n-2)f^w, em que w varia teoricamente de 1 a 14.

ALGUMAS FAMÍLIAS IMPORTANTES

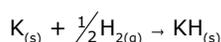
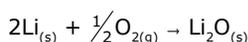
Metais alcalinos

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.

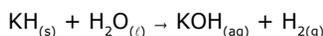
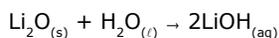
Os metais alcalinos reagem vigorosamente com água, produzindo gás hidrogênio e o hidróxido correspondente, como esquematizado, a seguir, para o sódio.



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.



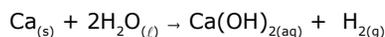
Considera-se que esses sólidos iônicos têm caráter fortemente básico, pois, ao se “dissolverem” em água, originam soluções fortemente básicas dos hidróxidos alcalinos.



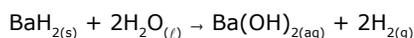
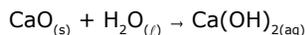
Muitos compostos formados por metais alcalinos são bastante solúveis em água.

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.



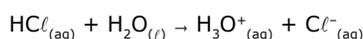
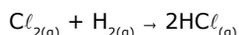
Nos compostos, os elementos da coluna 2 sempre assumem o estado de oxidação +2 e formam, também, óxidos e hidretos que reagem com água para formar soluções básicas.



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:



EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (FUVEST-SP) Um aluno estava analisando a tabela periódica e encontrou vários conjuntos de três elementos químicos que apresentavam propriedades semelhantes.

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												

Assinale a alternativa na qual os conjuntos de três elementos estão corretamente associados às propriedades indicadas no quadro a seguir:

	Números atômicos consecutivos	Reatividades semelhantes	Mesmo estado físico à temperatura ambiente
A)	Pt, Au, Hg	H ₂ , He, Li	Cl ₂ , Br ₂ , I ₂
B)	Cl, Br, I	O ₂ , F ₂ , Ne	Ne, Ar, Kr
C)	Li, Na, K	O ₂ , F ₂ , Ne	Pt, Au, Hg
D)	Ne, Ar, Kr	Mg, Ca, Sr	Cl ₂ , Br ₂ , I ₂
E)	Pt, Au, Hg	Li, Na, K	Ne, Ar, Kr

02. (UFG-GO) O jornal *Folha de S. Paulo* publicou, no dia 03/12/2010 (p. C9), a notícia de que um grupo de cientistas descobriu uma bactéria que substituiu o fósforo por arsênio em seu DNA. Uma das características que esses átomos compartilham e que ajudam a explicar a substituição é o fato de que

- A) apresentam-se no estado gasoso a 25 °C.
 B) possuem a mesma massa atômica.
 C) estão no mesmo período da tabela periódica.
 D) apresentam a mesma distribuição eletrônica.
 E) pertencem à mesma família da tabela periódica.

03. (UFVJM-MG) A tabela periódica é um instrumento importantíssimo para o químico, pois contém uma enorme quantidade de informações sobre os elementos. Observe esta tabela que ilustra alguns elementos químicos genericamente identificados pelos números I, II, III e IV.

Elemento	Distribuição eletrônica
I	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ¹
II	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ⁵ 4s ¹
III	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶
IV	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ²

Com base nessas informações, é incorreto afirmar que

- A) o elemento IV é um metal alcalinoterroso.
 B) o elemento II é um metal alcalino.
 C) o elemento I é um metal alcalino.
 D) o elemento III é um gás nobre.

04. (UDESC) Os elementos X e Y apresentam as seguintes configurações eletrônicas 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d¹⁰ 4p⁶ e 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s¹, respectivamente.

Assinale a alternativa que apresenta o período e a família em que se encontram esses elementos.

- A) Os elementos X e Y pertencem à quarta família; o elemento X pertence ao período O, e o elemento Y pertence ao período IA.
 B) Os elementos X e Y pertencem à mesma família e ao mesmo período.
 C) Os elementos X e Y pertencem ao quarto período; o elemento X é um gás nobre, e o elemento Y pertence à família dos metais alcalinos.
 D) Os elementos X e Y pertencem aos períodos terceiro e primeiro, respectivamente. Quanto à família, os dois elementos pertencem à família 4A.
 E) Os elementos X e Y pertencem aos períodos sexto e primeiro, respectivamente, sendo esses elementos gases nobres.

05. (UFU-MG) A tabela periódica organiza os mais de 100 elementos conhecidos, fornecendo informações acerca de suas propriedades. Relacione corretamente as propriedades a seguir com as famílias.

- I. Combinam-se com poucos elementos, são encontrados no estado gasoso a 25 °C e 1 atm, normalmente, na forma monoatômica.
- II. Fundem-se a baixas temperaturas e geram hidrogênio quando em contato com água.
- III. Elementos geralmente encontrados, na formação de sais na natureza, como ânions.
- (a) Metais alcalinos (c) Halogênios
(b) Metais de transição (d) Gases nobres
- A) I (d); II (a); III (c) D) I (d); II (b); III (c)
B) I (c); II (a); III (b) E) I (b); II (a); III (c)
C) I (b); II (d); III (a)

06. (UERJ) Em uma das primeiras classificações periódicas, os elementos químicos eram organizados em grupos de três, denominados tríades. Os elementos de cada tríade apresentam propriedades químicas semelhantes, e a massa atômica do elemento central equivale aproximadamente à média aritmética das massas atômicas dos outros dois. Observe as tríades a seguir:

Li	Cl	S
Na	Br	X
K	I	Te

Com base nos critérios dessa classificação, a letra X corresponde ao seguinte elemento químico:

- A) O B) As C) Se D) Po

07. (CEFET-MG-2016) Utilizando-se a tabela periódica dos elementos, é possível identificar determinadas substâncias encontradas na natureza.

Considere uma substância com as seguintes características:

- I. Simples
II. Diatômica
III. Presente na atmosfera
IV. Constituída por átomos da coluna ou família VIA (calcogênios)

Essa substância corresponde ao gás

- A) CO₂. B) N₂. C) O₃. D) O₂.

08. (PUC Rio-2015) Um elemento químico, representativo, cujos átomos possuem, em seu último nível, a configuração eletrônica 4s² 4p³, está localizado na tabela periódica dos elementos nos seguintes grupo e período, respectivamente:

- A) IIB e 3º D) IVB e 5º
B) IIIA e 4º E) VA e 4º
C) IVA e 3º

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (UNITAU-SP-2016) Um elemento químico X apresenta configuração eletrônica 1s²2s²2p⁴. Podemos afirmar que, na tabela periódica, esse elemento químico está localizado no

- A) 2º período, família 6A.
B) 3º período, família 6A.
C) 2º período, família 7A.
D) 3º período, família 7A.
E) 4º período, família 5A.

02. (UDESC) Os elementos químicos sódio, ferro e fósforo são de grande importância para a sociedade, pois possuem inúmeras aplicações. Esses três elementos possuem a seguinte distribuição eletrônica:

Na – 1s² 2s² 2p⁶ 3s¹

Fe – 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d⁶

P – 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p³

A partir das distribuições eletrônicas anteriores, assinale a alternativa incorreta.

- A) O ferro é um elemento de transição interna.
B) O fósforo é um elemento pertencente ao grupo do nitrogênio.
C) O sódio é um metal alcalino.
D) O fósforo é um não metal.
E) O ferro é um metal.

03. (FEPECS-DF) Os cientistas dizem que a ingestão de poucas quantidades diárias de vinho (uma ou duas taças) pode proteger o coração e o cérebro. Os vinhos são ricos em microminerais como ferro, zinco, cobre, cromo, selênio, cobalto, iodo, manganês, molibdênio e flúor. A mistura de microminerais com polifenóis, também presentes na bebida, é boa para prevenir doenças, dizem os cientistas.

O GLOBO, 07 out. 2011 (Adaptação).

Relacionando as configurações eletrônicas dos elementos citados como microminerais com suas posições na classificação periódica, verificamos que

- A) os ametais citados pertencem ao grupo dos calcogênios e ao grupo dos halogênios, possuindo seis e sete elétrons no subnível mais energético, respectivamente.
B) todos os metais citados pertencem ao quarto período da classificação periódica e possuem elétrons distribuídos em quatro camadas eletrônicas.
C) um dos ametais apresenta propriedades semelhantes às do oxigênio, pois ambos possuem o mesmo número de elétrons na camada de valência.
D) os metais citados são elementos de transição e apresentam na camada de valência elétrons distribuídos no subnível d.
E) os ametais citados pertencem ao grupo dos halogênios e possuem sete elétrons na camada de valência.

- 04.** (Unicamp-SP) Na década de 1970, a imprensa veiculava uma propaganda sobre um fertilizante que dizia: "contém N, P, K, mais enxofre". Pode-se afirmar que o fertilizante em questão continha em sua formulação, respectivamente, os elementos químicos
- A) nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, cujo símbolo é S.
 B) níquel, potássio, criptônio e enxofre, cujo símbolo é Ex.
 C) nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, cujo símbolo é Ex.
 D) níquel, potássio, cálcio e enxofre, cujo símbolo é S.

- 05.** (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-2015) 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.** (UERJ-2015) 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-2018) 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).

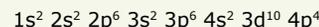
Em relação à posição desse elemento metálico na tabela periódica e a uma de suas características, é correto afirmar que ele se encontra

- 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-2016) 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.** (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-2018) 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 ($Z = 15$).

GABARITO

Meu aproveitamento 

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

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

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. A
- 02. A
- 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 _____ . _____ %

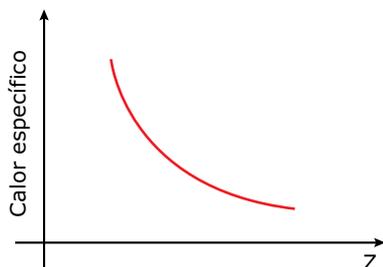
Propriedades Periódicas

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.

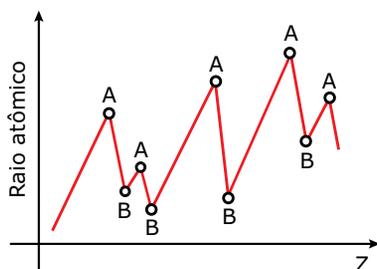
Entretanto, determinadas propriedades só aumentam ou diminuem seus valores com o número atômico. São as chamadas propriedades aperiódicas. As mais importantes são calor específico, massa atômica e número de nêutrons.

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 repellido 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_{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. [...]

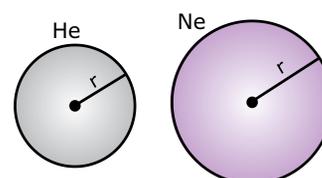
BROWN, T. L.; LeMAY Jr.; H. E.; BURSTEN, B. E.
Química—Uma Ciência Central. 9. ed.

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

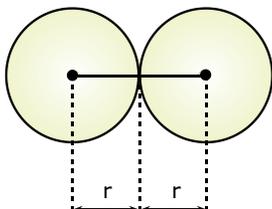
TAMANHO DE ÁTOMOS E ÍONS



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.

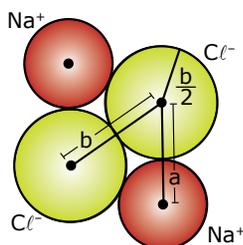


No caso de cristais metálicos, com a difração de raios X, determina-se a posição dos núcleos de dois átomos contínuos. A distância que separa os dois núcleos dividida ao meio é o raio atômico e, em geral, é medida em Å (Angstroms, $1\text{Å} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$).

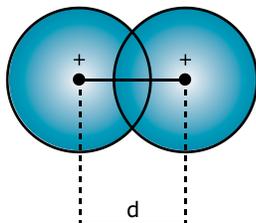


Porém, se o cristal for iônico, mediremos o raio iônico. Tomemos, como exemplo, uma parte de um cristal de cloreto de sódio sólido, em que há uma repetição alternada de cátions e de ânions tridimensionalmente.

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 $a - b/2$.

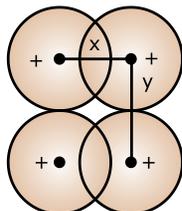


No caso de moléculas simples, há uma interpenetração das nuvens eletrônicas (*overlap*) que resulta em uma diminuição do raio atômico em relação ao átomo isolado.



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:

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

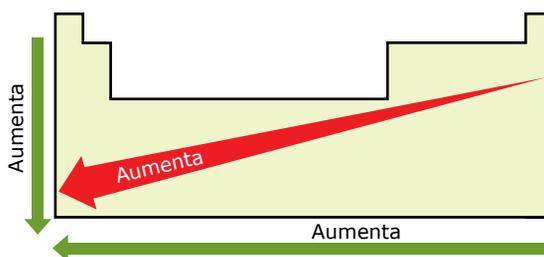
Existe uma relação entre os raios de átomos neutros e os de íons.

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.

$$r_{ânion} > r_{átomo\ neutro}$$

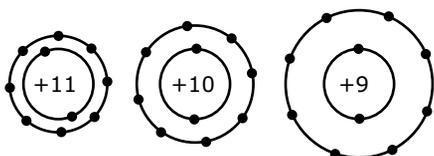
Espécies isoeletrônicas

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⁺ (Z = 11) e F⁻ (Z = 9).

$$r_{\text{Na}^+} < r_{\text{Ne}} < r_{\text{F}^-}$$

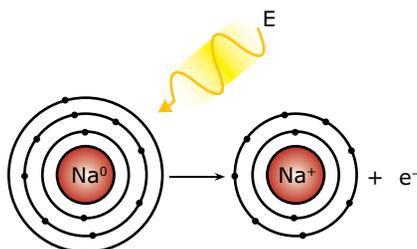


POTENCIAL DE IONIZAÇÃO OU ENERGIA DE IONIZAÇÃO

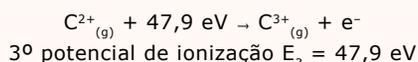
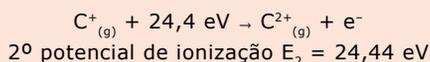
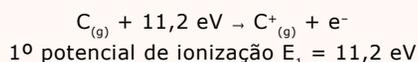


Potencial de ionização é a energia necessária para retirar um elétron do nível mais externo de um átomo neutro e isolado, no estado gasoso.

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



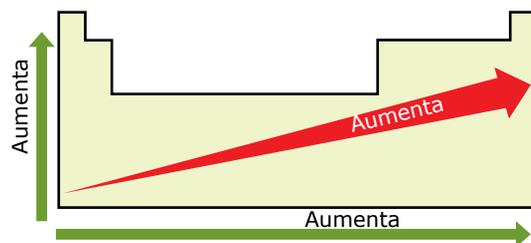
Definimos o 1º potencial de ionização como a energia necessária para retirar o 1º elétron de um átomo neutro isolado, no estado gasoso. Para a retirada do 2º elétron do nível mais externo do mesmo átomo, teremos o 2º potencial de ionização, e assim sucessivamente. Tomemos, como exemplo, o carbono.



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.

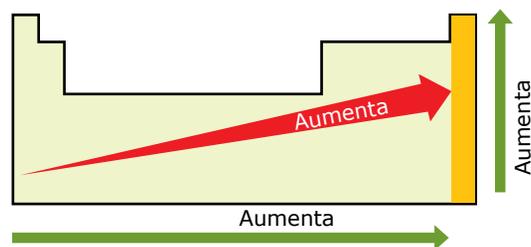


Observe que, quanto menor e mais eletronegativo for o átomo, maior será o seu potencial de ionização, pois, quanto maior for o átomo, maior será a dificuldade que o seu núcleo terá para atrair os elétrons mais externos.

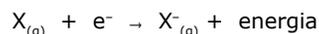
AFINIDADE ELETRÔNICA



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 ⁻¹
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

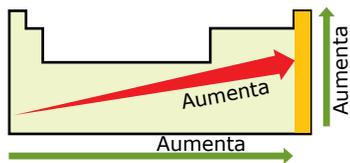
Au	Se	Pt	Te	P	H	As	B
2,4	2,4	2,2	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0

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

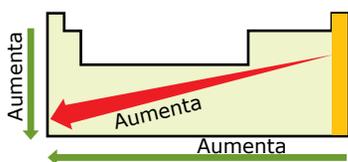
A variação da eletronegatividade ao longo da tabela é



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.

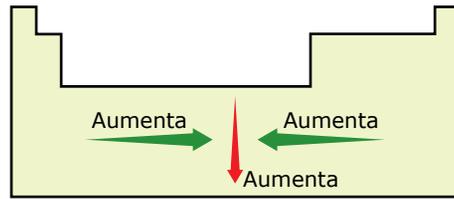


DENSIDADE OU MASSA ESPECÍFICA

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⁻³ ou g.mL⁻¹; nos gases, em g.L⁻¹. 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.

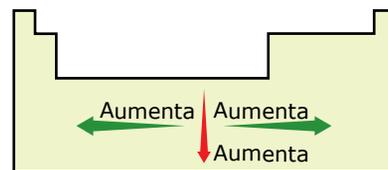


VOLUME ATÔMICO

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

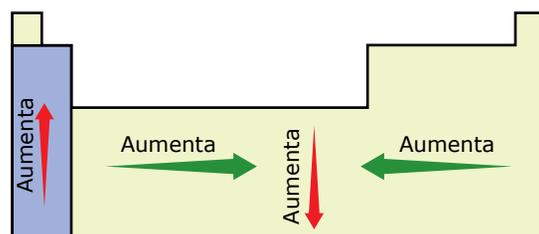
$$V_{(Au)} = \frac{M_{(Au)}}{\rho_{(Au)}} = \frac{197,2 \text{ g.mol}^{-1}}{19,3 \text{ g.cm}^{-3}} = 10,22 \text{ cm}^3.\text{mol}^{-1}$$

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.



Batalha periódica

Nesse jogo, você irá explorar a tabela periódica e suas propriedades, bem como exercitar o seu conhecimento em relação à posição dos elementos químicos na tabela com algumas de suas principais propriedades periódicas. Bom jogo!



EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (UERJ–2017) 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.

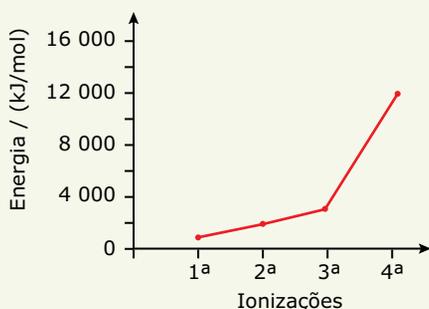
O metal que apresenta as características químicas descritas no texto é denominado

- 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. (UFMG) Este gráfico apresenta as quatro primeiras energias de ionização de átomos de um metal pertencente ao terceiro período da tabela periódica:



Isso porque, ao se retirar elétrons, a carga efetiva aumenta, aumentando a atração que o núcleo exerce sobre os elétrons restantes.

Com base nessas informações, é incorreto afirmar que os átomos desse metal apresentam

- A) raio atômico maior que o de qualquer dos não metais do mesmo período.
B) afinidade eletrônica menor que a de qualquer dos não metais do mesmo período.
C) 2 e 8 elétrons nos dois primeiros níveis de energia.
D) 4 elétrons no último nível de energia.

04. (UFRGS-RS–2015) 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.

50 Ba 137,3	30 Zn 65,4	31 Ga 69,7
-------------------	------------------	------------------

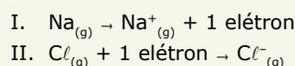
Em relação a esses elementos, considere as afirmações a seguir.

- 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–2016) Entre as ligas metálicas empregadas na indústria aeronáutica e em carrocerias de ônibus rodoviários, encontra-se o duralumínio, assim definido: 06classe de ligas leves de alumínio contendo cobre, magnésio, manganês e algumas vezes silício."

Disponível em: <www.cimm.com.br>. Acesso em: 04 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. (Unesp–2018) Considere os elementos K, Co, As e Br, todos localizados no quarto período da classificação periódica. O elemento de maior densidade e o elemento mais eletronegativo são, respectivamente,

- A) K e As. C) K e Br. E) Co e K.
B) Co e Br. D) Co e As.

06. (PUC Minas–2016) 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 alvo 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.

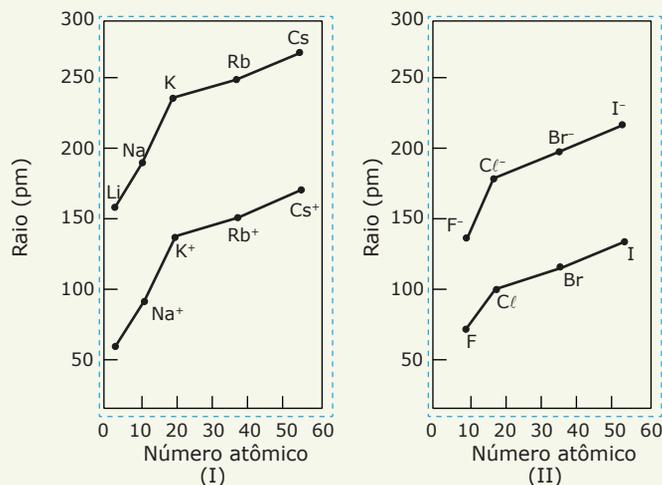
08. (UDESC–2016) A tabela periódica dos elementos químicos é uma das ferramentas mais úteis na Química. Por meio da tabela, é possível prever as propriedades químicas dos elementos e dos compostos formados por eles. Com relação aos elementos C, O e Si, analise as proposições.

- 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. (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⁺ e F⁻ são isoeletrônicos, monovalentes, sendo o cátion menor que o ânion.
- B) Os ânions apresentam carga nuclear diferente dos átomos neutros correspondentes.
- C) Os íons haleto 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–2015) 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 -

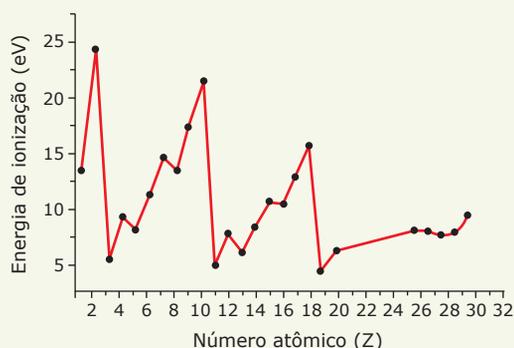
Em relação ao quadro apresentado, é correto afirmar que

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

- 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 semicondutor.
- B) A configuração eletrônica dos elétrons mais externos do elemento químico índio é representada por $5s^25p^1$.
- 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. (FEPAR–2017) 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. (Enem–2017) 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:

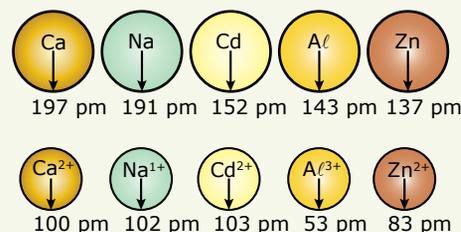
só em 1962 um químico, depois de longos e engenhosos esforços, conseguiu forçar “o Estrangeiro” (o xenônio) a combinar-se fugazmente com o flúor ávido e vivaz, e a façanha pareceu tão extraordinária que lhe foi conferido o Prêmio Nobel.

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 Cd^{2+} são extremamente perigosos para o organismo, pois eles podem substituir os íons 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 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. D) Cobre.
B) Manganês. E) Zinco.
C) Bauxita.

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 Ca^{2+} e o 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.

Propostos

Acertei _____ Errei _____

01. E
 02. C
 03. B
 04. D
 05. B
 06. D
 07. D
 08. D
 09. A
 10. B
 11. D
 12. D
 13. B
 14. E
 15. C
 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, consequentemente, 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, a medida que o número atômico cresce, mais fracamente será a interação núcleo-elétron e, consequentemente, 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

GABARITO

Meu aproveitamento 

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

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

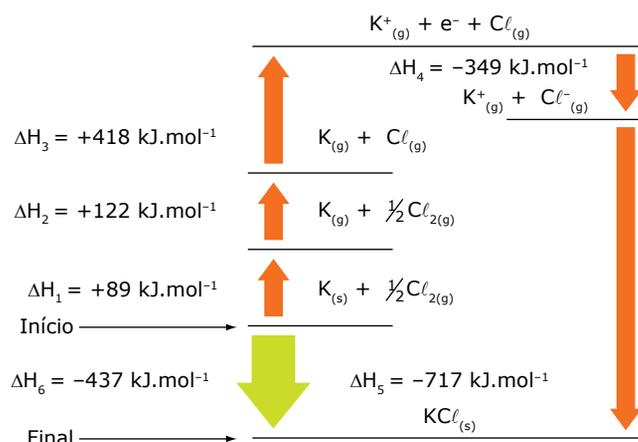
O modelo mais usado atualmente para prever ligações químicas é baseado nos trabalhos do químico americano G. N. Lewis. Esse cientista fez previsões sobre ligações antes mesmo da estrutura eletrônica dos átomos ter sido esclarecida, em 1916.

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.

ΔH_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.

ΔH_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.

ΔH_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.

ΔH_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.

ΔH_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.

ΔH_6 – O ciclo se completa com essa etapa que leva as substâncias simples até o cristal iônico. Essa é a formação termoquímica do $KCl_{(s)}$.

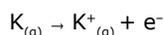
Entalpia de rede ou entalpia reticular de um sólido iônico

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

IBZQ

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!

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.

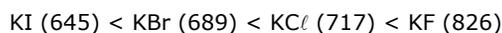
Carga elétrica dos íons

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.

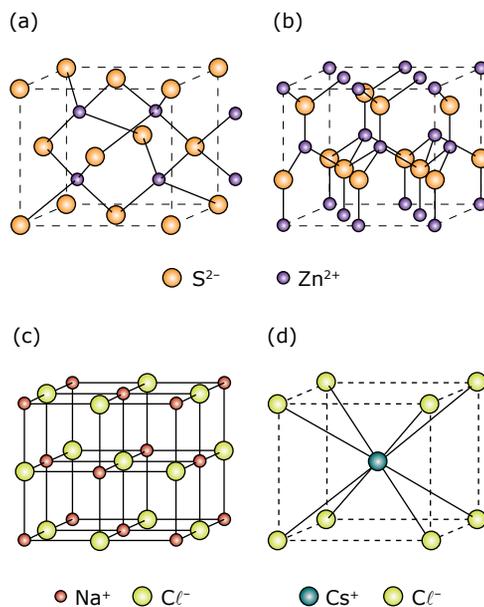
Raio iônico

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.

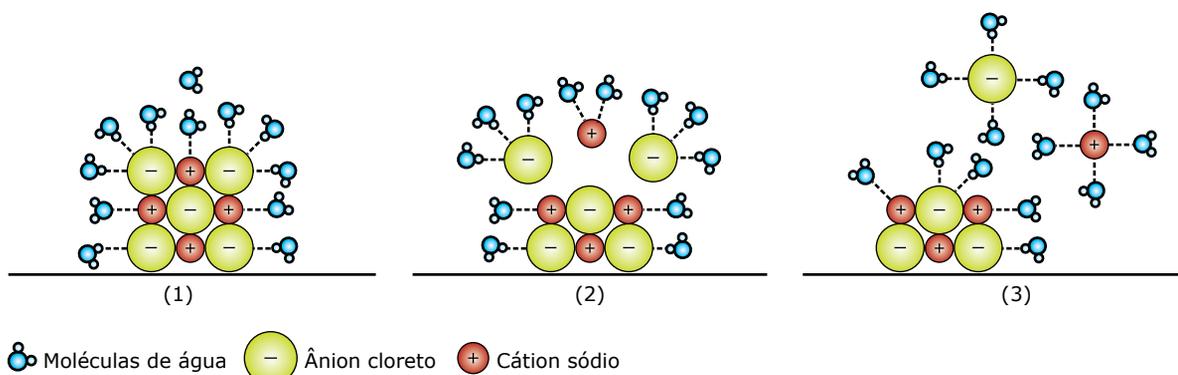
Estado físico nas condições ambiente

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.

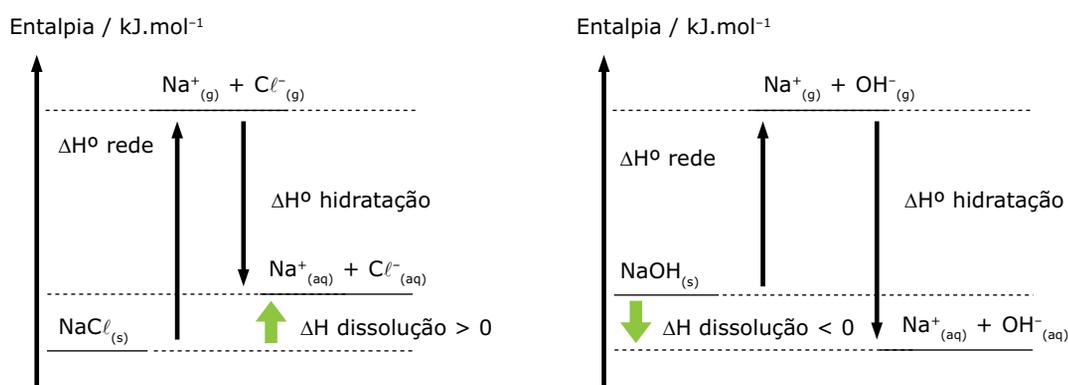
Solubilidade

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.

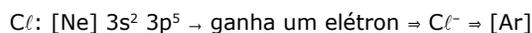
Formação de íons estáveis

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

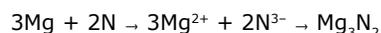
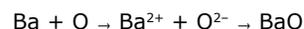
Os compostos iônicos possuem cargas elétricas em sua constituição. No entanto, os íons devem estar combinados em uma proporção tal que proporcione neutralidade elétrica ao composto como um todo.

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, CaCl_2 .

Exemplos:



Críticas à regra do octeto

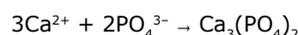
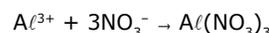
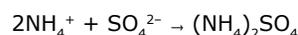
A regra do octeto deve ser entendida como um modelo que permite prever a estrutura de compostos formados por alguns elementos representativos, especialmente os metais alcalinos, alcalinoterrosos e os não metais. É importante ressaltar que esse modelo tem limitações, ou seja, não pode ser empregado amplamente 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 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.

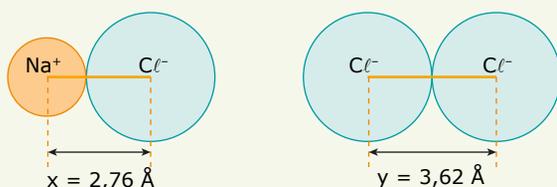
Exemplos:



EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM

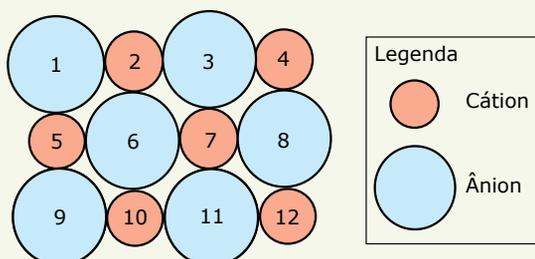


- 01.** (UFMG) Com relação aos íons K^+ e Cl^- , é incorreto afirmar que
- ambos apresentam o mesmo número de elétrons que o átomo de argônio.
 - o ânion Cl^- é maior que o átomo neutro de cloro.
 - o átomo neutro de potássio absorve energia para se transformar no cátion K^+ .
 - um elétron é transferido 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-2015) 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, p. 225. v. 1, 2009 (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 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.** (UFJF-MG) Em uma ligação química em que há grande diferença de eletronegatividade entre os átomos, irá ocorrer formação de compostos
- moleculares.
 - de baixo ponto de fusão.
 - não condutores de corrente elétrica, quando fundido.
 - insolúveis na água.
 - que apresentam retículo cristalino.

- 07.** (UFG-GO) A série americana intitulada Breaking Bad vem sendo apresentada no Brasil e relata a história de um professor de Química. Na abertura da série, dois símbolos químicos são destacados em relação às duas primeiras letras de cada palavra do título da série. Considerando a regra do octeto, a substância química formada pela ligação entre os dois elementos é a:

- Ba_2Br_2
- Ba_2Br_3
- Ba_2Br
- $BaBr_3$
- $BaBr_2$

- 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. (UDESC–2018) Ao se analisar o caráter iônico entre dois átomos diferentes, formadores de uma ligação, é necessário verificar a eletronegatividade. Assinale a alternativa que apresenta o composto químico com o caráter iônico mais acentuado.

- A) F_2 C) KF E) NaI
B) HI D) KI

02. (PUC Minas–2015) 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, $MgBr_2$ e KCl.
B) HCl, NaCl, H_2SO_4 e CH_3OH .
C) HCl, H_2SO_4 , NaBr e HCN.
D) MgO, NaCl, HBr e NaI.

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

I	O_3	V	$Ca(OH)_2$
II	NaI	VI	HCN
III	KNO_3	VII	CO_2
IV	NH_3	VIII	Li_2O

Os compostos formados somente por ligações iônicas são

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

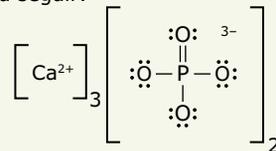
04. (UERJ–2017) Considere o processo de dissolução de sulfato ferroso em água, no qual ocorre a dissociação desse sal. Após esse processo, ao se aplicar um campo elétrico, o seguinte íon salino irá migrar no sentido do polo positivo:

- A) Fe^{3+} B) Fe^{2+} C) SO_4^{2-} D) SO_3^{2-}

05. (UDESC) Um composto é formado pelo cátion X e ânion Y, com fórmula química representada por X_2Y_3 . 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.

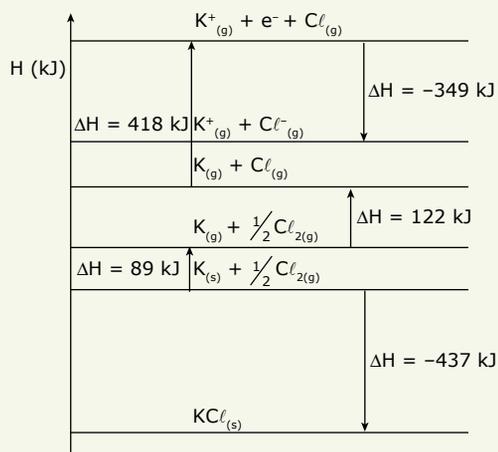
06. (Unimontes-MG) O osso tem como um de seus constituintes o fosfato de cálcio, $Ca_3(PO_4)_2$, responsável por sua rigidez. A estrutura de Lewis desse composto é mostrada a seguir:



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^{2+} e PO_4^{3-} 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.

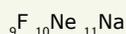
08. (UCS-RS) Em um determinado tipo de ligação química, ocorre a formação de íons devido à perda ou ao ganho de elétrons pelos átomos. Supondo-se uma ligação que dê origem aos íons Na^+ e F^- , é correto afirmar que:

Dados: $^{11}Na_{23}$ e $^9F_{19}$.

- A) O íon F^- tem massa maior que o íon Na^+ .
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-2015) 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:
- Um átomo de lítio apresenta massa igual a 7 g.
 - Os halogenetos de lítio, quando estão no estado sólido, são ótimos condutores de eletricidade.
 - O óxido de lítio é um composto molecular de fórmula Li_2O .
 - O lítio é um metal pouco reativo, não apresentando tendência em reagir com a água.
 - 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-2018) Apesar de apresentarem propriedades químicas distintas, os elementos flúor, neônio e sódio possuem números atômicos próximos, conforme destacado a seguir.

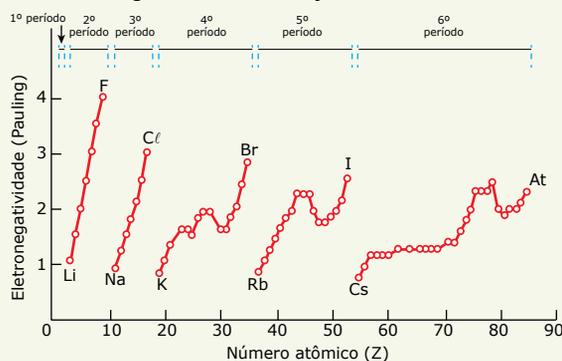


Dentre esses elementos, nomeie o que apresenta maior estabilidade em relação à regra do octeto e indique o símbolo daquele cujos átomos têm o maior número de camadas eletrônicas.

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

- 11.** (FAMERP-SP-2018) Considere os seguintes dados:
- Elementos: flúor, magnésio, nitrogênio e sódio.
 - Eletronegatividades: 0,93; 1,31; 3,04; 3,98.
- Associe dois desses elementos aos seus respectivos valores de eletronegatividade.
 - 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.** (Unesp-2018) Analise o gráfico que mostra a variação da eletronegatividade em função do número atômico.



RUSSELL, John B. *Química geral*. 1981 (Adaptação).

Devem unir-se entre si por ligação iônica os elementos de números atômicos

- 17 e 35.
- 69 e 70.
- 17 e 57.
- 15 e 16.
- 12 e 20.

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?infoid=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

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

Ligações Metálicas

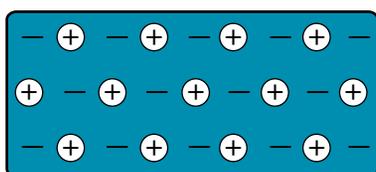
Os metais têm importante papel no desenvolvimento da civilização. As sociedades modernas contam com uma grande variedade de metais para a fabricação de ferramentas, máquinas e outros itens. Os químicos e outros cientistas têm encontrado utilização até para metais menos abundantes à medida que buscam 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.

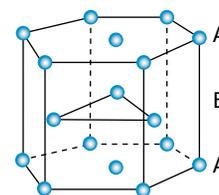
PROPRIEDADES DOS METAIS



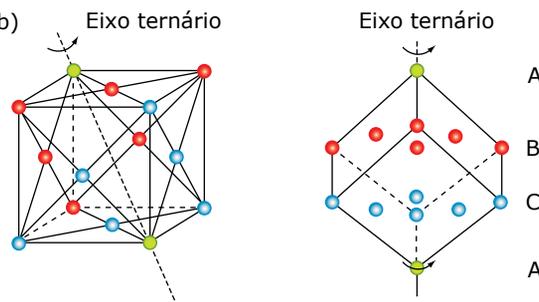
Estado físico

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.

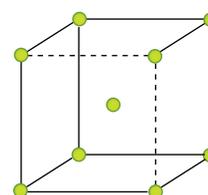
(a)



(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.

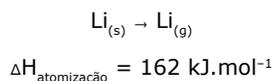
OBSERVAÇÃO

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



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_3).

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.

**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!

5Z6B

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.

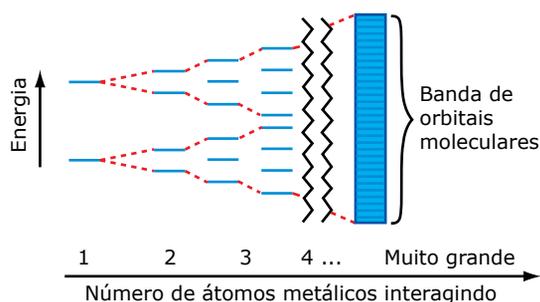


Ilustração esquemática de como o número de orbitais moleculares aumenta e seus espaçamentos de energia diminuem à medida que o número de átomos que interagem aumenta. Nos metais, essas interações formam uma banda aproximadamente contínua de orbitais moleculares deslocalizados por toda a rede metálica. 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.** (UFC-CE) Nenhuma teoria convencional de ligação química é capaz de justificar as propriedades dos compostos metálicos. Investigações indicam que os sólidos metálicos são compostos de um arranjo regular de íons positivos, no qual os elétrons das ligações estão apenas parcialmente localizados. Isto significa dizer que se tem um arranjo de íons metálicos distribuídos em um "mar" de elétrons móveis. Com base nessas informações, é correto afirmar que os metais, geralmente,
- têm elevada condutividade elétrica e baixa condutividade térmica.
 - são solúveis em solventes apolares e possuem baixas condutividades térmica e elétrica.
 - são insolúveis em água e possuem baixa condutividade elétrica.
 - conduzem com facilidade a corrente elétrica e são solúveis em água.
 - possuem elevadas condutividades elétrica e térmica.
- 02.** (UFU-MG) Considere as alternativas a seguir e assinale a incorreta.
- Pode-se obter fios a partir de elementos como ouro e níquel.
 - Metais são, em geral, muito resistentes à tração.
 - Quando polidas, superfícies metálicas refletem muito bem a luz.
 - Em materiais que apresentam ligação metálica, os pontos de fusão são sempre elevados.
- 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.** (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.
- Ductibilidade e maleabilidade
 - Condutibilidade elétrica e térmica
 - Eletronegatividade relativamente baixa
 - Estado sólido em condições ambientais

- 05.** (UFRGS-RS-2016) 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.

- Metais apresentam, geralmente, elevados pontos de fusão devido à grande estabilidade do retículo cristalino metálico.
- 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.
- 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)?

- Apenas I.
- Apenas II.
- Apenas III.
- Apenas I e III.
- 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

- amálgama.
- aço.
- bronze.
- latão.
- solda.

- 07.** (UEG-GO-2017) 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

- baixa condutividade elétrica.
- utilização como isolantes térmicos.
- tendência a formar ânions devido a sua baixa energia de ionização.
- estabilização por ligações de hidrogênio fortemente orientadas no espaço.
- liberdade de seus elétrons de valência de se locomoverem através do sólido.

- 08.** (CEFET-PR) Analise as afirmações a seguir:

- 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–2016) “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 anterior.

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: 04 set. 2009 (Adaptação).

Considerando as informações do texto e os conceitos físicos, pode-se afirmar que os componentes

- A) metálicos, submetidos ao campo elétrico, sofrem menor ação deste por serem de maior condutividade elétrica.
 B) metálicos, submetidos ao campo elétrico, sofrem maior ação deste por serem de maior condutividade elétrica.
 C) metálicos, submetidos ao campo elétrico, sofrem menor ação deste por serem de menor condutividade elétrica.
 D) não metálicos, submetidos ao campo elétrico, sofrem maior ação deste por serem de maior condutividade elétrica.
 E) não metálicos, submetidos ao campo elétrico, sofrem menor ação deste por serem de maior condutividade elétrica.

05. (UDESC–2015) 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.

- A) O açúcar é uma substância iônica que não conduz bem a eletricidade.
- B) O açúcar é um bom condutor de corrente elétrica porque possui cargas livres em seu retículo cristalino molecular.
- C) O cloreto de sódio fundido não conduz corrente elétrica.
- D) Um objeto de prata é bom condutor de corrente elétrica porque apresenta elétrons livres em seu retículo cristalino metálico.
- E) O cloreto de sódio é um bom condutor de corrente elétrica em temperaturas inferiores ao seu ponto de fusão.

06. (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.

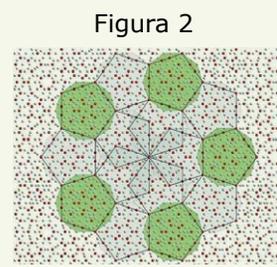
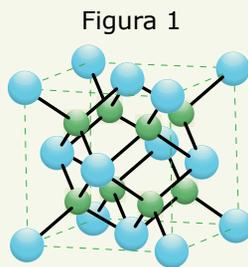
BBC KNOWLEDGE. p. 9, out. 2009.

A armação de aço, citada no texto, é utilizada para

- A) impedir a captura de elétrons pelos íons da água do mar.
- B) que os íons do aço aumentem a condutibilidade elétrica da água do mar.
- C) usar matéria-prima de recursos renováveis.
- D) que os corais se alimentem do ferro contido no aço.
- E) permitir boa condução de eletricidade por toda a estrutura metálica.

07. (UFTM) 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> (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,

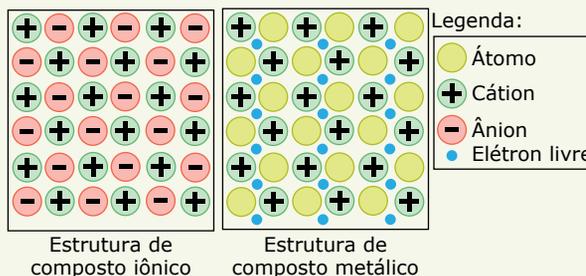
- A) 1 e Al.
- B) 1 e Ca.
- C) 1 e Ni.
- D) 2 e Al.
- E) 2 e Ca.

08. (Unesp–2018) A alpaca é uma liga metálica constituída por cobre (61%), zinco (20%) e níquel (19%). Essa liga é conhecida como “metal branco” ou “liga branca”, razão pela qual muitas pessoas a confundem com a prata. A tabela fornece as densidades dos metais citados.

Metal	Densidade (g/cm ³)
Ag	10,5
Cu	8,9
Ni	8,9
Zn	7,1

- A) A alpaca é uma mistura homogênea ou heterogênea? Que característica da estrutura metálica explica o fato de essa liga ser condutora de corrente elétrica?
- B) A determinação da densidade pode ser utilizada para se saber se um anel é de prata ou de alpaca? Justifique sua resposta apenas por meio da comparação de valores, sem recorrer a cálculos.

09. (UFG-GO) Analise os esquemas a seguir:



Tendo em vista as estruturas apresentadas,

- A) Explique a diferença de comportamento entre um composto iônico sólido e um metal sólido quando submetidos a uma diferença de potencial.
- B) 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.

1. Na Pré-História, este foi um dos primeiros metais usados para fazer ferramentas e outros utensílios, como facas, machados, ornamentos e pontas de flecha.
2. Esta liga de cobre e estanho foi usada posteriormente, por ser mais dura e por permitir a fabricação de ferramentas mais resistentes.
3. Este metal puro e a sua liga com carbono demoraram ainda mais a serem usados, devido à maior complexidade de sua produção.
4. 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

- A) cobre – bronze – ferro – alumínio.
- B) ferro – latão – cobre – alumínio.
- C) aço – bronze – ouro – latão.
- D) latão – titânio – bronze – aço.
- E) 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

A) ductilidade. D) condutividade elétrica.

B) maleabilidade. E) condutividade térmica.

C) densidade baixa.

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"> • Conhecimento do ouro e do cobre nativos
Quarto milênio a.C.	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento da prata e das ligas de ouro e prata • Obtenção do cobre e chumbo a partir de seus minérios • Técnicas de fundição
Terceiro milênio a.C.	<ul style="list-style-type: none"> • Obtenção do estanho e partir do minério • Uso do bronze
Segundo milênio a.C.	<ul style="list-style-type: none"> • Introdução do fole e aumento da temperatura da queima • Início do uso do ferro
Primeiro milênio a.C.	<ul style="list-style-type: none"> • Obtenção do mercúrio e dos amálgamas • Cunhagem de moedas

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.

GABARITO

Meu aproveitamento 

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. E
- 02. D
- 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.
- A) A alpaca é uma mistura homogênea. A liga metálica é condutora de eletricidade porque contém elétrons livres em sua estrutura, que se movimentam sob ação de um campo elétrico.
- B) Sim. O valor da densidade da alpaca, uma liga formada por cobre, zinco e níquel, é diferente do valor da densidade da prata, uma substância simples.
- 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 _____ . _____ %

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.

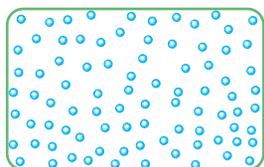
Conceitualmente, é possível, por meio do estudo matemático da teoria cinética dos gases, chegar ao conceito mais completo de temperatura e, ainda, conhecer algo acerca do tamanho de átomos e moléculas e das forças que eles exercem uns sobre os outros.

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 (dm^3), mililitros (mL) e centímetros cúbicos (cm^3).

As relações entre essas unidades são:

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

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

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

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

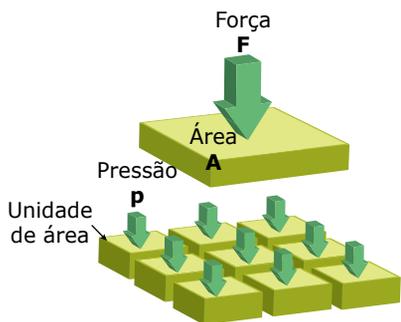
$$1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$$

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

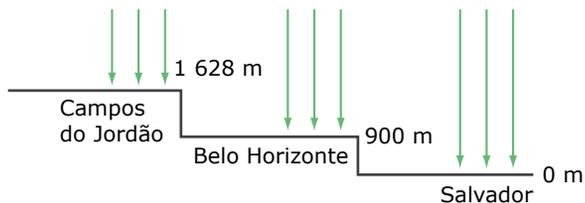
A é um componente vetorial da superfície.

No Sistema Internacional (SI), a unidade de pressão é o Pascal (Pa) ou N/m² (newton por metro quadrado). No sistema CGS, Dina/cm² 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 atm = 1,013 . 10⁵ Pa
- 1 mmHg = 133,322 Pa
- 1 atm = 760 mmHg
- 1 atm = 760 Torr
- 1 mmHg = 1 Torr
- 1 bar = 0,98716 atm
- 1 bar = 1,0 . 10⁵ 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.

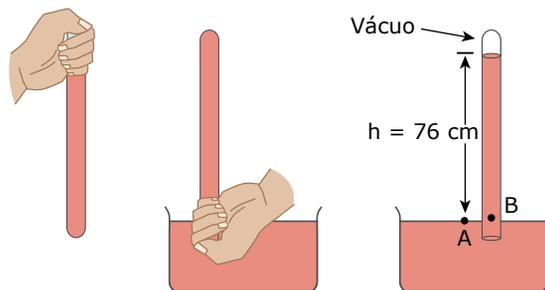


Ao nível do mar (altitude zero), a camada de ar que exerce pressão sobre a superfície terrestre é a maior possível, ou seja, é a pressão exercida pela atmosfera inteira; assim, a pressão atmosférica é igual a 1 atm. Quanto mais alta está a localidade, menor é a camada de ar que atua sobre a superfície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

Relação atm x 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:

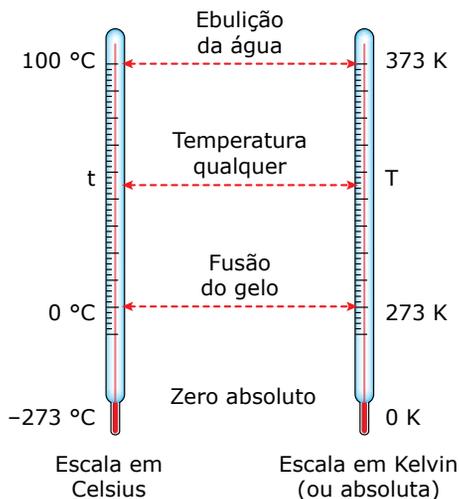
$$E_{\text{cinética}} = \frac{1}{2} mv^2$$

$$T \propto v^2$$

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 (°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:

$$T_K = T_{cC} + 273$$

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.

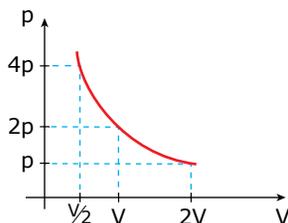
Transformações isotérmicas

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 hipérbola equilátera, denominada isoterma.

Pressão	Volume
1p	2V
2p	V
4p	V/2



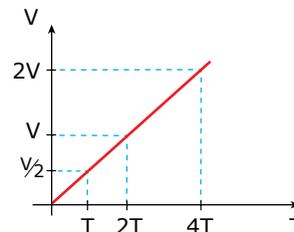
Transformações isobáricas

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



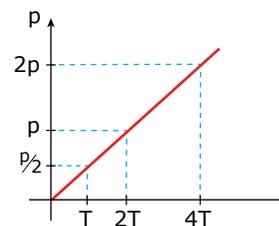
Transformações isométricas, isovolumétricas ou isocóricas

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 isócora.

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

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

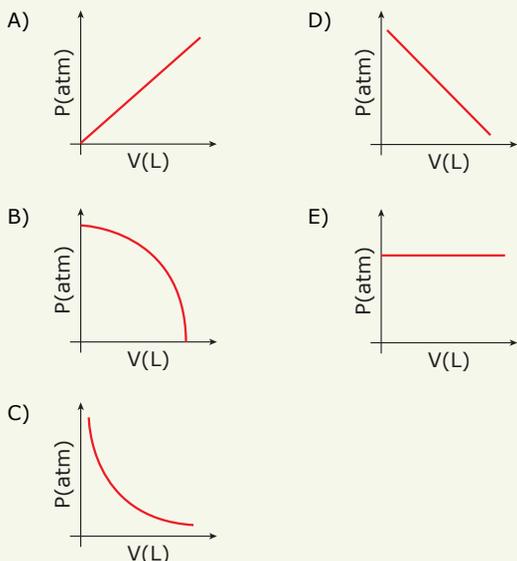
considerando uma massa fixa de gás.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



- 01.** (UFU-MG) Em relação aos gases, é incorreto afirmar que
- o volume do gás diminui com o aumento da temperatura, mantendo-se a pressão constante.
 - exercem pressão sobre as paredes do recipiente onde estão contidos.
 - a pressão aumenta com o aumento da temperatura, se o gás estiver fechado em um recipiente rígido.
 - difundem-se rapidamente uns nos outros.
- 02.** (UFGD-MS) O estado mais simples da matéria é um gás. Sobre o comportamento de um sistema gasoso, leia as seguintes afirmações.
- Gases são facilmente compressíveis, preenchem o espaço disponível e suas moléculas possuem movimento caótico incessante.
 - A energia cinética média das moléculas de um gás é diretamente proporcional à temperatura absoluta.
 - A pressão de um gás é o resultado das colisões das moléculas com as paredes do recipiente.
 - As moléculas se movimentam sem colidirem com as paredes do recipiente que as contém.
- Assinale a alternativa que apresenta informações corretas.
- I, apenas.
 - II, apenas.
 - I e II, apenas.
 - I, II e III, apenas.
 - II, III e IV, apenas.

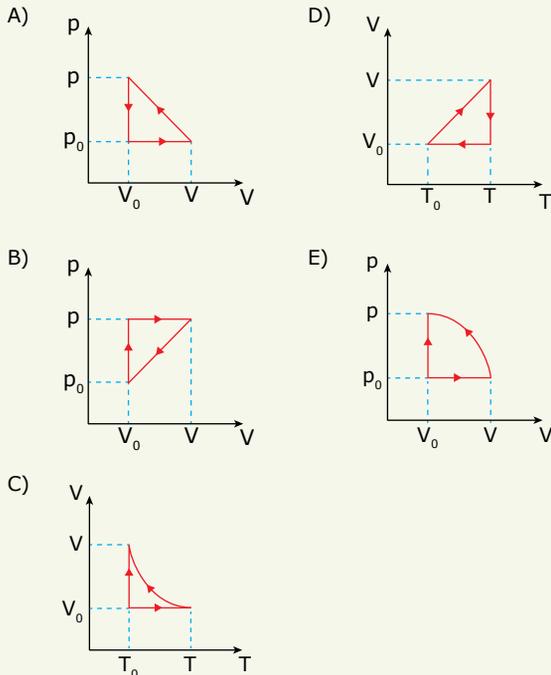
- 03.** (UCS-RS-2017) Dos três estados da matéria, o estado gasoso é o que apresenta as propriedades mais simples. Diferentemente dos sólidos e líquidos, muitos gases são surpreendentemente semelhantes em suas propriedades físicas e, por essa razão, é útil definir e descrever um gás hipotético, chamado 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 .



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 .

- A) 1 C) 1/2 E) 1/3
B) 3 D) 2

06. (Mackenzie-SP-2018) Certa massa fixa de um gás ideal, sob temperatura de $30\text{ }^\circ\text{C}$ 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,

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

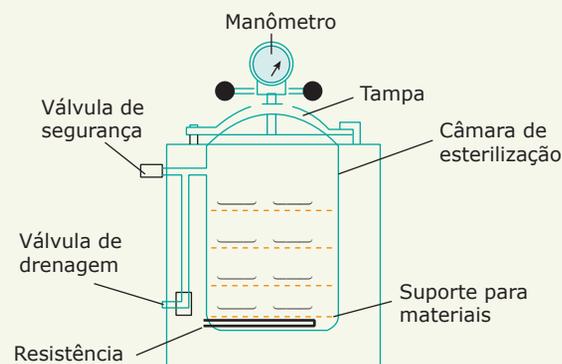
07. (UERJ-2018) Quatro balões esféricos são preenchidos isotermicamente com igual número de mols de um gás ideal. A temperatura do gás é a mesma nos balões, que apresentam as seguintes medidas de raio:

Balão	Raio
I	R
II	R/2
III	2R
IV	2R/3

A pressão do gás é maior no balão de número:

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

08. (Unicastelo-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.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. O estudo das propriedades macroscópicas dos gases permitiu o desenvolvimento da teoria cinético-molecular, que explica, em nível microscópico, o comportamento dos gases. A respeito dessa teoria, são feitas as seguintes afirmações:

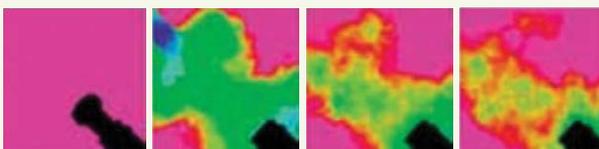
- O comportamento dos gases está relacionado ao movimento uniforme e ordenado de suas moléculas.
- A temperatura de um gás é uma medida da energia cinética de suas moléculas.
- Os gases ideais não existem, pois são apenas modelos teóricos em que o volume das moléculas e suas interações são desprezíveis.
- A pressão de um gás dentro de um recipiente está associada às colisões das moléculas do gás com as paredes do recipiente.

Entre elas é(são) correta(s)

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

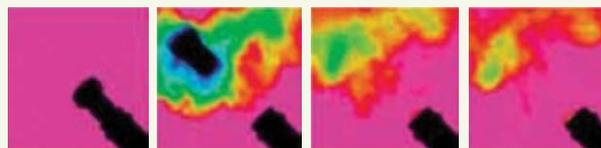
02. (Unesp) Uma equipe de cientistas franceses obteve imagens em infravermelho da saída de rolhas e o consequente escape de dióxido de carbono em garrafas de champanhe que haviam sido mantidas por 24 horas a diferentes temperaturas. As figuras 1 e 2 mostram duas seqüências de fotografias tiradas a intervalos de tempo iguais, usando garrafas idênticas e sob duas condições de temperatura.

Figura 1



Rolha saltando de garrafa de champanhe a 18 °C

Figura 2



Rolha saltando de garrafa de champanhe a 4 °C

PESQUISA FAPESP, jan. 2013 (Adaptação).

As figuras permitem observar diferenças no espocar de um champanhe: a 18 °C, logo no início, observa-se que o volume de CO₂ disperso na nuvem gasosa – não detectável na faixa da luz visível, mas sim do infravermelho – é muito maior do que quando a temperatura é de 4 °C.

Numa festa de fim de ano, os estudantes utilizaram os dados desse experimento para demonstrar a lei que diz:

- O volume ocupado por uma amostra de gás sob pressão e temperaturas constantes é diretamente proporcional ao número de moléculas presentes.
 - A pressão de uma quantidade fixa de um gás em um recipiente de volume constante é diretamente proporcional à temperatura.
 - Ao aumentar a temperatura de um gás, a velocidade de suas moléculas permanece constante.
 - A pressão de uma quantidade fixa de um gás em temperatura constante é diretamente proporcional à quantidade de matéria.
 - O volume molar de uma substância é o volume ocupado por um mol de moléculas.
- 03.** (UFJF-MG) Um balão de borracha, do tipo usado em festas de aniversário, foi enchido com um determinado volume de gás, à temperatura de 25 °C, sob pressão constante. Se esse balão for colocado por algumas horas numa geladeira, pode-se afirmar que
- se a temperatura cair pela metade, o volume diminui na mesma proporção.
 - ocorre uma transformação isocórica.
 - a densidade do gás diminui.
 - ocorre uma transformação isotérmica.
 - o volume do balão aumenta.
- 04.** (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 O₂, a uma temperatura de -48 °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 °C (300 K), seria
- 2,5 L.
 - 1,0 L.
 - 2,24 L.
 - 11,1 L.
 - 0,42 L.

05. (UFT-TO) Quando a pressão de um gás confinado for triplicada e a temperatura permanecer constante, qual mudança poderá ser observada?

- P5ZI
- 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.

06. (Unesp) Uma amostra de 20,0 mL de gás xenônio exerce uma pressão de 0,480 atm à temperatura de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Determine:

- A) O volume que a amostra ocupa a 1,00 atm e à temperatura de 298 K;
 B) A pressão que a amostra exerceria se fosse transferida para um frasco de 12,0 mL, após atingido o equilíbrio térmico à temperatura de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

07. (ACAFE-SC-2015) 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) $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 B) $566\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 C) $293\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 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:

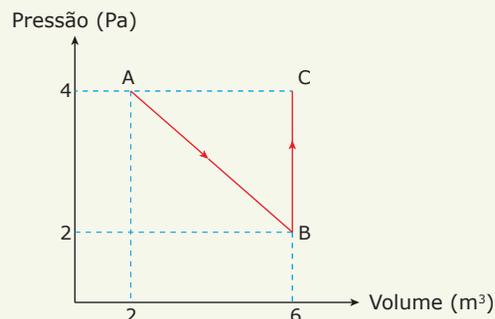
- 0281
- A) 1,4.
 B) 2,5.
 C) 6,3.
 D) 7,5.
 E) 8,2.

09. (UERJ-2015) 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 m^3 , necessário para essa operação, à pressão atmosférica de 1 atm, é, aproximadamente, igual a:

- WS2N
- 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).



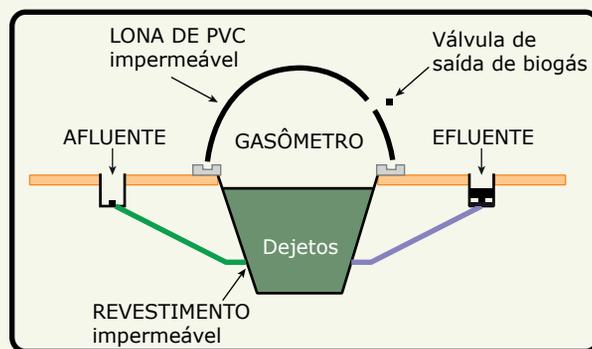
Leia e analise os itens que se seguem:

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

12. (FGV-SP-2016) 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.



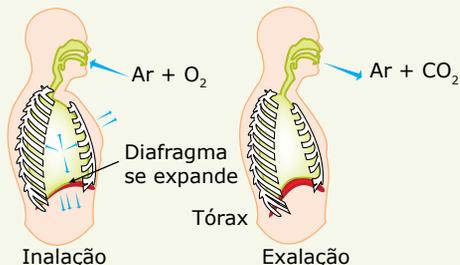
Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/invtec/09.html>>. Acesso em: 04 nov. 2016 (Adaptação).

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.
 B) 0,7.
 C) 2.
 D) 7.
 E) 20.

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.



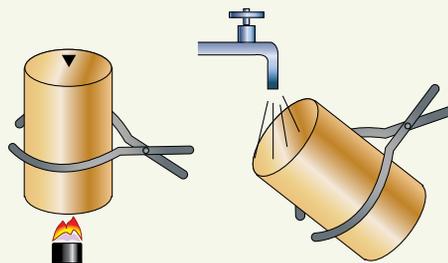
Disponível em: <<http://biologiaconcursos.blogspot.com/2010/05/tipos-de-respirações.html>>. Acesso em: 03 nov. 2010.

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: 03 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.

GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. A
- 02. D
- 03. C
- 04. D

- 05. C
- 06. C
- 07. B
- 08. A

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. D
- 02. B
- 03. A
- 06.
 - A) 11,1 mL
 - B) 0,91 atm
- 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 _____ . _____ %

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 $1,0 \cdot 10^5$ 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 $R = 62,3 \text{ mmHg} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Quando a pressão for dada em Pa, o valor de R é $R = 8,3 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

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 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$.

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 $1,013 \cdot 10^5$ Pa. Na realidade, o novo valor de pressão nas CNTP não é $1,013 \cdot 10^5$ Pa, mas sim $1,0 \cdot 10^5$ 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

- Um balão de festa não sobe se for enchido pelo sopro, pois o principal gás liberado no sopro é o CO_2 , que é mais denso que o ar.
- Os balões de festa que sobem contêm em seu interior um gás menos denso que o ar, normalmente hélio (He).
- 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.
- 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_i = pressão parcial do componente i

n_i = 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_i = volume parcial do componente i

n_i = 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_i é definida como a razão entre a quantidade de matéria desse componente (n_i) e a quantidade de matéria total da mistura ($n_T = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_n$).

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

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

- 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

$$p_i = x_i \cdot p_T$$

- 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 $\text{H}_2\text{O}/\text{m}^3$ 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:

$$\begin{aligned} \text{UR} &= \frac{10,488 \text{ mmHg}}{17,5 \text{ mmHg}} \cdot 100 \\ \text{UR} &= 0,5993 \text{ ou } 59,93\% \end{aligned}$$

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, temos: $v_A = K \cdot \frac{1}{\sqrt{d_A}}$ e $v_B = K \cdot \frac{1}{\sqrt{d_B}}$.

A relação $\frac{v_A}{v_B}$ 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,

$$\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{\frac{pM_B}{RT}}{\frac{pM_A}{RT}}} \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$$

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:

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

Como $E_A = \frac{1}{2} m_A v_A^2$ 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:

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

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (Fatec-SP) Algumas companhias tabagistas já foram acusadas de adicionarem amônia aos cigarros, numa tentativa de aumentar a liberação de nicotina, o que fortalece a dependência.

Suponha que uma amostra de cigarro libere $2,0 \cdot 10^{-4}$ mol de amônia, a 27°C e 1 atm .

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

O volume de NH_3 gasoso, em mL, será, aproximadamente,

- A) 49. C) 0,49. E) 0,0049.
 B) 4,9. D) 0,049.

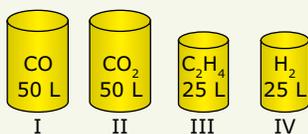
02. (UERJ-2019) Admita que, imediatamente após a colocação do gás argônio em uma embalagem específica, esse gás assume o comportamento de um gás ideal e apresenta as seguintes características:

Pressão = 1 atm
 Temperatura = 300 K
 Massa = $0,16\text{ g}$

Nessas condições, o volume, em mililitros, ocupado pelo gás na embalagem é:

- A) 96. C) 77.
 B) 85. D) 64.

03. (FMTM-MG) Os recipientes I, II, III e IV contêm substâncias gasosas nas mesmas condições de temperatura e de pressão.



O Princípio de Avogadro permite-nos afirmar que o número

- A) de átomos de oxigênio é maior em I.
 B) de átomos de hidrogênio é igual em III e IV.
 C) de átomos de carbono é maior em I.
 D) total de átomos é igual em III e IV.
 E) total de átomos é igual em II e III.

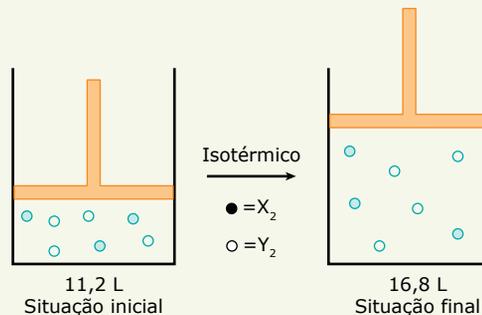
04. (Unicamp-SP) Um balão meteorológico de cor escura, no instante de seu lançamento, contém 100 mol de gás hélio (He). Após ascender a uma altitude de 15 km , a pressão do gás se reduziu a 100 mmHg e a temperatura, devido à irradiação solar, aumentou para 77°C . Calcule nessas condições

- A) o volume do balão meteorológico.
 B) a densidade do He em seu interior.

Dados: $R = 62\text{ mmHg}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$;

Massa molar do He = $4\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

05. (UEG-GO) A figura a seguir representa duas situações distintas de um recipiente a $85,4^\circ\text{C}$, contendo dois gases hipotéticos, X_2 e Y_2 . O número de mols de cada um desses componentes no sistema é de 3 e 4, respectivamente.



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

Após a análise da figura, calcule a pressão

- A) total do sistema na situação inicial.
 B) parcial exercida por X_2 na situação final.

06. (UCS-RS-2016) Gases apresentam a propriedade de dissolver uma quantidade máxima de vapor de água, de acordo com a temperatura em que se encontram. Ao atingir esse limite máximo, o gás fica saturado de vapor de água; a partir desse ponto, a água passará a se condensar formando pequenas gotículas de líquido. O ar atmosférico, por exemplo, pode dissolver uma quantidade máxima de vapor de água, expressa a cada temperatura e em unidades de pressão, conforme está apresentado no quadro seguinte.

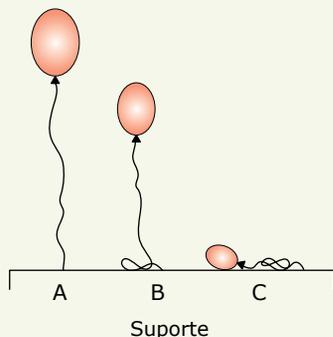
Temperatura ($^\circ\text{C}$)	Pressão máxima de vapor de água no ar atmosférico (mm Hg)
10	9,2
20	17,5
30	31,8
40	55,3

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 $10,5\text{ mmHg}$ terá uma UR, em termos percentuais, de:

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

07. (FUVEST-SP) A velocidade com que um gás atravessa uma membrana é inversamente proporcional à raiz quadrada de sua massa molar. Três bexigas idênticas, feitas com membrana permeável a gases, expostas ao ar e inicialmente vazias, foram preenchidas, cada uma, com um gás diferente. Os gases utilizados foram hélio, hidrogênio e metano, não necessariamente nessa ordem.

As bexigas foram amarradas, com cordões idênticos, a um suporte. Decorrido algum tempo, observou-se que as bexigas estavam como na figura. Conclui-se que as bexigas A, B e C foram preenchidas, respectivamente, com



- A) hidrogênio, hélio e metano.
 B) hélio, metano e hidrogênio.
 C) metano, hidrogênio e hélio.
 D) hélio, hidrogênio e metano.
 E) metano, hélio e hidrogênio.

- 08.** (Unimontes-MG-2015) 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-2018) 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.** (FUVEST-SP) A tabela a seguir apresenta informações sobre cinco gases contidos em recipientes separados e selados.

Recipiente	Gás	Temperatura (K)	Pressão (atm)	Volume (L)
1	O ₃	273	1	22,4
2	Ne	273	2	22,4
3	He	273	4	22,4
4	N ₂	273	1	22,4
5	Ar	273	1	22,4

Qual recipiente contém a mesma quantidade de átomos que um recipiente selado de 22,4 L, contendo H₂, mantido a 2 atm e 273 K?

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

- 03.** (Mackenzie-SP) Considerando dois gases com comportamento ideal, CH₄ e C₂H₆, 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.

- 04.** (FGV-SP) Créditos de carbono são certificações dadas a empresas, indústrias e países que conseguem reduzir a emissão de gases poluentes na atmosfera. Cada tonelada de CO₂ não emitida ou retirada da atmosfera equivale a um crédito de carbono.

Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2012/04/credito-carbono>>.

Acesso em: 04 nov. 2016 (Adaptação).

Utilizando-se $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, a quantidade de CO₂ equivalente a 1 (um) crédito de carbono, quando coletado a 1,00 atm e 300 K, ocupa um volume aproximado, em m³, igual a:

- A) 100. C) 400. E) 800.
 B) 200. D) 600.

- 05.** (Unesp) Incêndio é uma ocorrência de fogo não controlado, potencialmente perigosa para os seres vivos. Para cada classe de fogo existe pelo menos um tipo de extintor. Quando o fogo é gerado por líquidos inflamáveis como álcool, querosene, combustíveis e óleos, os extintores mais indicados são aqueles com carga de pó químico ou gás carbônico.

Considerando-se a massa molar do carbono = $12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, a massa molar do oxigênio = $16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ e $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, o volume máximo, em litros, de gás liberado a 27°C e 1 atm, por um extintor de gás carbônico de 8,8 kg de capacidade, é igual a:

- A) 442,8. C) 4 477,2. E) 5 400,0.
 B) 2 460,0. D) 4 920,0.

06. (UFJF-MG-2015) 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 g.L⁻¹, é correto dizer que a fórmula da molécula de enxofre nessas condições é

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

- A) S₂.
- B) S₄.
- C) S₆.
- D) S₈.
- E) S₉.

07. (UERJ) Dois balões idênticos são confeccionados com o mesmo material e apresentam volumes iguais. As massas de seus respectivos conteúdos, gás hélio e gás metano, também são iguais. Quando os balões são soltos, eles alcançam, com temperaturas internas idênticas, a mesma altura na atmosfera.

Admitindo-se comportamento ideal para os dois gases, a razão entre a pressão no interior do balão contendo hélio e a do balão contendo metano é igual a:

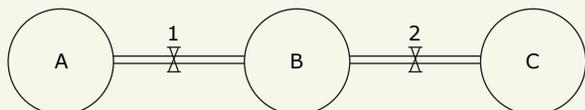
- A) 1.
- B) 2.
- C) 4.
- D) 8.

08. (FAAP-SP) Num recipiente fechado, de volume igual a 15 L, está contida uma mistura constituída por 20% molar de CH₄ e 80% molar de C₂H₆, 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: H = 1 u; C = 12 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 (He)	400 K	3 atm
B	Nitrogênio (N ₂)	600 K	4,5 atm
C	Oxigênio (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.
- B) 2,0 atm.
- C) 2,5 atm.
- D) 3,0 atm.
- E) 3,5 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, H_{2(g)}, e 64 g de metano, 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 g.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 (He) e oxigênio (O₂), consideradas mais seguras. Considere um cilindro contendo 64 g de He e 32 g de O₂. Os pulmões de um mergulhador que está sob pressão de 5,1 atm apresentarão pressão parcial de O₂ de, aproximadamente,

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

12. (UFG-GO) Um cilindro contendo 64 g de O₂ e 84 g de N₂ encontra-se em um ambiente refrigerado a -23 °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: $R = 0,082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

- 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. (Mackenzie-SP-2016) 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 (g.mol⁻¹) H = 1, He = 4 e N = 14; Constante universal dos gases ideais (R) = 0,082 atm.L.mol⁻¹.K⁻¹.

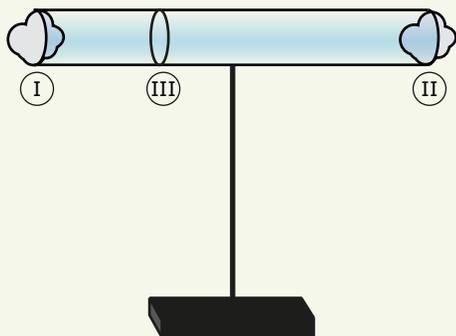
- A) há, na mistura, 10 mol de gás hidrogênio, 2,5 mol de gás hélio e 5 mol de gás nitrogênio.
- B) o gás nitrogênio exerce a maior pressão parcial dentre os gases existentes na mistura.
- C) a pressão total exercida pela mistura gasosa é de 20 atm.
- D) a fração em mols do gás hélio é de 25%.
- E) o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

14. (Unicamp-SP) Recentemente, a Prefeitura de São Paulo ameaçava fechar as portas de um centro comercial por causa do excesso de gás metano em seu subsolo. O empreendimento foi construído nos anos 1980 sobre um lixão e, segundo a CETESB, o gás metano poderia subir à superfície e, eventualmente, causar explosões.

- A) Uma propriedade que garante a ascensão do metano na atmosfera é a sua densidade. Considerando que os gases se comportam como ideais, e que a massa molar média do ar atmosférico é de $28,8 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, justifique esse comportamento do metano em relação ao ar atmosférico.
- B) Na época do acontecimento, veiculou-se na imprensa que, "numa mistura com o ar, se o metano se encontra dentro de um determinado percentual (5% a 15% em volume quando em ar ambiente com 21% de oxigênio) e existe uma faísca ou iniciador, a explosão irá ocorrer". Partindo-se do ar atmosférico e de metano gasoso, seria possível obter a mistura com a composição anteriormente mencionada, pela simples mistura desses gases? Justifique.

15. (UPE) Dois chumaços de algodão, I e II, embebidos com soluções de ácido clorídrico, HCl , e amônia, 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:

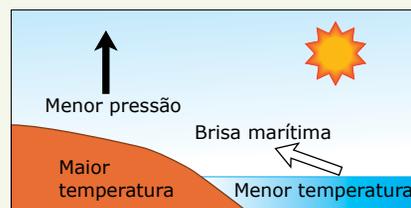
- I. O anel branco forma-se mais próximo do HCl , porque este é um ácido forte, e NH_3 é uma base fraca.
- II. O anel branco formado é o NH_4Cl sólido, resultado da reação química entre HCl e NH_3 gasosos.
- III. O HCl é um gás mais leve que NH_3 , logo se movimenta mais lentamente, por isso o anel branco está mais próximo do ácido clorídrico.

Está correto o que se afirma em

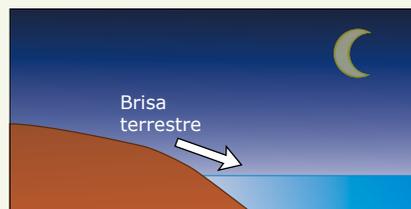
- A) II.
B) III.
C) I e II.
D) I e III.
E) II e III.

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.

GABARITO

Meu aproveitamento 

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. B
- 02. A
- 03. E
- 04.
 - A) $V = 21\,700\text{ L}$
 - B) $d_{\text{He}} = 0,018\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
- 05.
 - A) 18,4 atm
 - B) 5,3 atm
- 06. B
- 07. E
- 08. B

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. C
- 03. A
- 04. D
- 05. D

- 06. D
- 07. C
- 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 N_2 : 2,4 atm.
Pressão parcial de 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.
 - A) A densidade relativa entre o metano e o ar, nas mesmas condições de temperatura e pressão, pode ser calculada pela expressão:

$$\frac{d_{\text{CH}_4}}{d_{\text{ar}}} = \frac{\text{Massa molar CH}_4}{\text{Massa molar média ar}} = \frac{16}{28,8}$$

Como o valor dessa relação é menor do que 1, podemos concluir que o metano é menos denso do que o ar. Essa é a propriedade que garante sua ascensão.

- B) O ar puro contém 21% de O_2 . Desse modo, pela simples mistura de metano e ar, não é possível manter o teor de O_2 em 21%, visto que, ao se adicionar um outro gás no ar, sempre haverá uma diminuição da porcentagem de oxigênio nessa nova mistura.

Observação: Essa diminuição na porcentagem de O_2 se restringe à região específica da mistura no instante do vazamento, pois, levando-se em conta o ar da atmosfera como um todo, pode-se afirmar que a porcentagem de oxigênio é constante e igual a 21%.

- 15. A

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

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

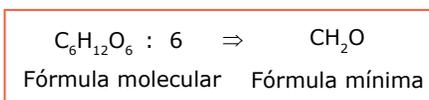
3. Fórmula molecular do iso-octano: C_8H_{18} .

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.

$$\begin{aligned} 1,0 \text{ mol de C} &\text{ — } 12,0 \text{ gramas} \\ x \text{ mol de C} &\text{ — } 52,18 \text{ gramas} \\ x &= \frac{52,18}{12,0} = 4,35 \text{ mol de C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1,0 \text{ mol de H} &\text{ — } 1,00 \text{ grama} \\ y \text{ mol de H} &\text{ — } 13,04 \text{ gramas} \\ y &= \frac{13,04}{1,00} = 13,04 \text{ mol de H} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1,0 \text{ mol de O} &\text{ — } 16,0 \text{ gramas} \\ z \text{ mol de O} &\text{ — } 34,78 \text{ gramas} \\ z &= \frac{34,78}{16,0} = 2,17 \text{ mol de O} \end{aligned}$$

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.

$$\begin{aligned} 1,0 \text{ mol de C} &\text{ — } 12,0 \text{ gramas} \\ x \text{ mol de C} &\text{ — } 66,38 \text{ gramas} \\ x &= \frac{66,38}{12,00} = 5,53 \text{ mol de C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1,0 \text{ mol de H} &\text{ — } 1,00 \text{ grama} \\ y \text{ mol de H} &\text{ — } 6,38 \text{ gramas} \\ y &= \frac{6,38}{1,00} = 6,38 \text{ mol de H} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1,0 \text{ mol de O} &\text{ — } 16,0 \text{ gramas} \\ z \text{ mol de O} &\text{ — } 27,23 \text{ gramas} \\ z &= \frac{27,23}{16,0} = 1,70 \text{ mol de O} \end{aligned}$$

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

$$13 \cdot 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 15 \cdot 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 4 \cdot 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 235 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\frac{\text{Massa molar da fórmula molecular}}{\text{Massa molar da fórmula mínima}} = \frac{470}{235} = 2$$

Para encontrarmos a fórmula molecular, devemos multiplicar a fórmula mínima por 2, resultando em $C_{26}H_{30}O_8$.

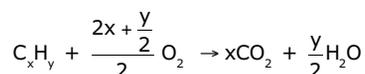
Exemplo 3:

- 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 .

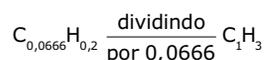
$$n_{CO_2} = \frac{2,93 \text{ g}}{44,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,0666 \text{ mol } CO_2 \text{ (há } 0,0666 \text{ mol de C)}$$

$$n_{H_2O} = \frac{1,80 \text{ g}}{18,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,100 \text{ mol } H_2O \text{ (há } 0,200 \text{ mol de H)}$$

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:



Logo, a fórmula mínima é CH_3 .

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM

- 01.** (FUVEST-SP) Uma substância orgânica de massa molecular 42 é representada pela fórmula mínima CH_2 . O número de átomos de carbono em cada molécula da substância é igual a:

Dados: C = 12,0; H = 1,0.

- A) 2.
B) 3.
C) 4.
D) 5.
E) 6.

- 02.** (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.

- 03.** (Unesp) Lindano, usado como um inseticida, tem composição percentual em massa de 24,78% de carbono, 2,08% de hidrogênio e 73,14% de cloro, e massa molar igual a $290,85 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$. Dadas as massas atômicas dos elementos: C = 12, H = 1 e Cl = 35,5, a fórmula molecular do lindano é

- A) $C_4H_5Cl_2$.
B) $C_5H_7Cl_6$.
C) $C_6H_5Cl_6$.
D) $C_6H_6Cl_2$.
E) $C_6H_6Cl_6$.

- 04.** (UFU-MG) O sulfato de cobre é um dos componentes da "calda bordalesa", mistura muito utilizada na agricultura para combater as doenças fúngicas em hortaliças e árvores frutíferas.

A porcentagem de água presente no sulfato de cobre pentaidratado puro ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) é de, aproximadamente,

- A) 36%.
B) 56%.
C) 11%.
D) 5%.

- 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 ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$):

H = 1,0, C = 12,0 e O = 16,0.

- A) $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$.
 B) CH_2O .
 C) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$.
 D) $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_5$.
 E) $\text{C}_6\text{H}_3\text{O}_8$.
- 06.** (UFRGS-RS-2018) O aspartame, cuja fórmula molecular é $\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5$, 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-2018) 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 .
 B) CHCl_3 .
 C) $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$.
 D) CH_3Cl .
- 08.** (UEG-GO-2018) 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:** $\text{MA}(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$;
 $\text{MA}(\text{U}) = 238 \text{ g/mol}$.
- A) UO .
 B) UO_2 .
 C) U_2O_3 .
 D) U_2O .
 E) U_2O_5 .

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (UCS-RS) Postos de combustíveis do país estão recebendo uma gasolina automotiva menos poluente, com menor teor de substâncias à base de enxofre. A gasolina mais "limpa" deve melhorar a qualidade do ar nas grandes cidades, onde os carros são a principal fonte de poluição. Em 2009, a gasolina continha 500 miligramas dessas substâncias por quilo de combustível. Atualmente, o teor de substâncias à base de enxofre é considerado ultrabaixo: são 50 miligramas dessas substâncias por quilo de combustível.

A redução do teor de substâncias à base de enxofre na gasolina automotiva, de 2009 para os dias de hoje, foi de

- A) 10%.
 B) 30%.
 C) 50%.
 D) 70%.
 E) 90%.
- 02.** (Unifor-CE) O valsartan, $\text{C}_{33}\text{H}_{34}\text{N}_6\text{O}_6$, é uma substância utilizada como anti-hipertensivo no tratamento da hipertensão arterial, insolúvel em água e moderadamente solúvel em metanol. Os percentuais em massa, de carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio, nesse composto, são, respectivamente,
- A) C = 32,9%; H = 33,9%; N = 16,6% e O = 16,6%.
 B) C = 43,9%; H = 44,1%; N = 6,0% e O = 6,0%.
 C) C = 64,9%; H = 5,6%; N = 29,5% e O = 29,5%.
 D) C = 35,2%; H = 35,3%; N = 13,8% e O = 15,7%.
 E) C = 64,9%; H = 5,6%; N = 13,8% e O = 15,7%.

- 03.** (UFT-TO) O ácido ascórbico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$), 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%.
 B) 40,90% e 54,54%.
 C) 30,25% e 35,75%.
 D) 25,10% e 33,80%.
 E) 75,00% e 25,00%.

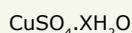
- 04.** (PUC-Campinas-SP) A análise de uma substância desconhecida revelou a seguinte composição centesimal: 62,1% de carbono, 10,3% de hidrogênio e 27,5% de oxigênio. Pela determinação experimental de sua massa molar obteve-se o valor 58,0 g/mol. É correto concluir que se trata de um composto orgânicos de fórmula molecular
- A) C_3H_6O .
 B) $C_3H_6O_2$.
 C) CH_6O_2 .
 D) $C_2H_2O_2$.
 E) $C_2H_4O_2$.
- 05.** (UNIVAG) No início dos anos 80, cerâmicas de hidroxiapatita, $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$, 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-2016) 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) C_3H_4 .
 B) C_2H_5 .
 C) C_2H_3 .
 D) C_3H_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 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) CHO_2
 C) CHO_4
 D) C_2HO
 E) C_2H_2O
- 08.** (FGV-SP-2016) 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 CO_2 . A massa molar, em $g \cdot mol^{-1}$, desse monômero é:
- A) 28.
 B) 42.
 C) 44.
 D) 56.
 E) 58.
- 09.** (FCM-PB-2015) 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) C_3H_6O
 B) $C_6H_{12}O_4$
 C) $C_7H_{16}O_3$
 D) $C_5H_8O_5$
 E) $C_5H_{10}O_4$
- 10.** (FGV-SP-2015) 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, $Mg(OH)_2$ e $Al(OH)_3$ são combinados na proporção molar 1 : 2, respectivamente. Na fórmula unitária do espinélio AB_2O_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 AB_2X é igual a:
- A) 1.
 B) 2.
 C) 3.
 D) 4.
 E) 5.
- 11.** (Unioeste-PR-2015) 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) $C_4H_{10}O$
 B) $C_3H_6O_2$
 C) C_5H_2O
 D) $C_4H_8O_2$
 E) $C_2H_2O_3$

12. (Mackenzie-SP-2016) 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 ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$): $\text{H} = 1$, $\text{C} = 12$ e $\text{O} = 16$.

- 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-2015) 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

GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

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

Propostas

Acertei _____ Errei _____

- 01. E
- 02. E
- 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 _____ . _____ %

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 = proporção estequiométrica (obtida pela relação fundamental);
 - 2ª linha = 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

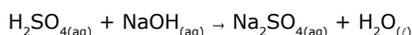
01. (FUVEST-SP) Considere a experiência: a uma solução aquosa que contém 10,0 g de hidróxido de sódio adicionam-se lentamente 9,8 g de ácido sulfúrico puro e depois água, de modo a obter-se 1 L de solução.

- 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.

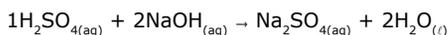
Dados: $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
 $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Resolução:

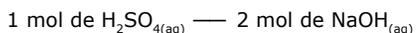
1º Passo: Escrever a equação da reação química citada no problema.



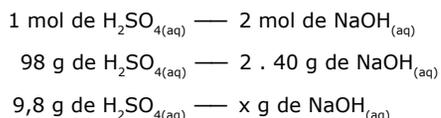
2º Passo: Balancear a equação.



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 H_2SO_4 .

$$\begin{aligned} x &= \frac{9,8 \cdot 2 \cdot 40}{98} \\ x &= 8 \text{ g de NaOH} \end{aligned}$$

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 H_2SO_4 necessária para consumir toda a massa de NaOH. Nesse caso, encontraríamos um valor maior do que a massa de H_2SO_4 misturada inicialmente. Esse fato indica que o H_2SO_4 é o reagente limitante.

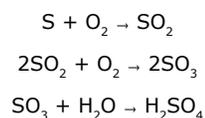
$$\begin{aligned} 98 \text{ g de } \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} &\text{ — } 2 \cdot 40 \text{ g de } \text{NaOH}_{(\text{aq})} \\ x \text{ g de } \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} &\text{ — } 10 \text{ g de } \text{NaOH}_{(\text{aq})} \\ x &= \frac{10 \cdot 98}{2 \cdot 40} \\ x &= 12,25 \text{ g de } \text{H}_2\text{SO}_4 \end{aligned}$$

7º Passo: Calcular a massa de NaOH em excesso.

$$\begin{aligned} m(\text{NaOH})_{\text{em excesso}} &= m(\text{NaOH})_{\text{total}} - m(\text{NaOH})_{\text{reagiu}} \\ m(\text{NaOH})_{\text{em excesso}} &= 10 - 8 \\ m(\text{NaOH})_{\text{em excesso}} &= 2 \text{ g} \end{aligned}$$

Quando ocorrem reações sucessivas

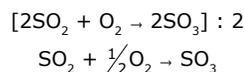
02. O ácido sulfúrico, em produção industrial, resulta de reações representadas pelas equações:



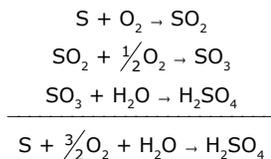
Calcular a massa de enxofre, em quilogramas, necessária para produzir uma tonelada de ácido sulfúrico.

Resolução:

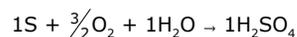
1º Passo: Escrever a equação da reação global citada no problema. Para obtermos a equação global, devemos somar as equações das três etapas, cancelando as substâncias que aparecem repetidas no primeiro e no segundo membros e somando as substâncias que se encontram no mesmo membro das equações. Nesse caso, o cancelamento deve ser precedido da divisão da equação da segunda etapa por dois.



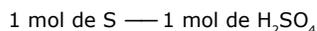
Após essa divisão, temos:



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.

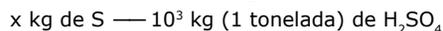
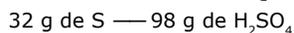
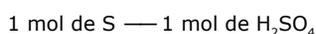
Como o problema envolve as massas de um reagente e do produto, é necessário o cálculo das massas molares dessas substâncias:

$$M(\text{S}) = 32 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot M(\text{H}) + M(\text{S}) + 4 \cdot M(\text{O})$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

5º Passo: Substituir os dados fornecidos na proporção estequiométrica.



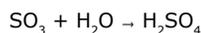
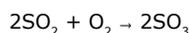
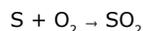
$$x = \frac{32 \cdot 10^3}{98}$$

$$x = 326,5 \text{ kg de S}$$

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%.



$$x = \frac{326,5 \cdot 100}{90}$$

$$x = 362,8 \text{ kg de S impuro}$$

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:

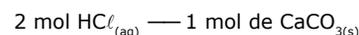
1º Passo: Escrever a equação da reação química citada no problema.

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:

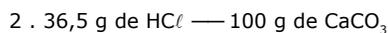
$$M(\text{HCl}) = M(\text{H}) + M(\text{Cl})$$

$$M(\text{HCl}) = 1 + 35,5 = 36,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

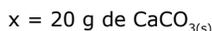
$$M(\text{CaCO}_3) = M(\text{Ca}) + M(\text{C}) + 3 \cdot M(\text{O})$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

5º Passo: Substituir os dados fornecidos na proporção estequiométrica.

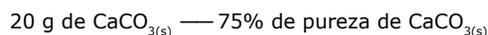


$$x = \frac{14,6 \cdot 100}{2 \cdot 36,5}$$

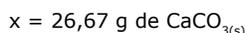


6º Passo: Calcular a massa de $\text{CaCO}_{3(s)}$, levando-se em consideração o grau de pureza da amostra utilizada.

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.

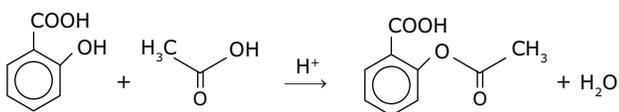


$$x = \frac{20 \cdot 100\%}{75\%}$$



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.

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.

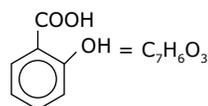
A equação apresentada está balanceada, pois o número de átomos de cada elemento químico e o número de cargas elétricas, em cada membro da equação, é o mesmo.

3º Passo: Escrever a proporção estequiométrica, em mols.



4º Passo: Calcular a massa molar do ácido salicílico.

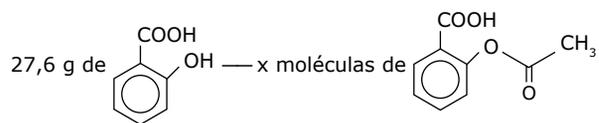
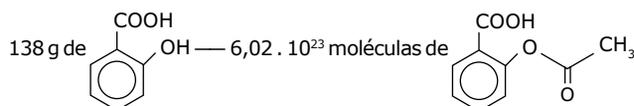
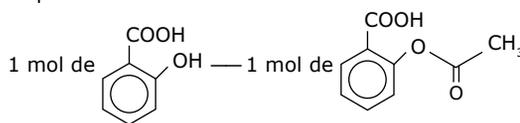
Como o problema envolve a massa de um reagente, é necessário o cálculo da massa molar dessa substância.



$$M(\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3) = 7 \cdot M(\text{C}) + 6 \cdot M(\text{H}) + 3 \cdot M(\text{O})$$

$$M(\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3) = 7 \cdot 12 + 6 \cdot 1 + 3 \cdot 16 = 138 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

5º Passo: Substituir os dados fornecidos na proporção estequiométrica.



$$x = \frac{27,6 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{138}$$

$$x = 1,204 \cdot 10^{23} \text{ moléculas de AAS}$$

6º passo: Calcular a massa de AAS obtida.

Como o rendimento é de 80%, o valor encontrado no 5º passo corresponde ao número de moléculas de AAS se o rendimento fosse de 100%, ou seja, se todas as moléculas de ácido salicílico fossem convertidas em AAS. Portanto:



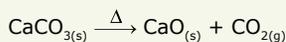
$$x = \frac{80 \cdot 1,204 \cdot 10^{23}}{100}$$

$$x = 9,632 \cdot 10^{22} \text{ moléculas de AAS}$$

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



- 01.** (UFRN) A mineração do calcário no Rio Grande do Norte, embora seja uma atividade que se destaca no Setor da Economia Local, gerando empregos, renda e crescimento econômico para o Estado, também apresenta vários riscos ambientais. A cal (óxido de cálcio), que é obtida pela decomposição térmica do calcário (fundamentalmente carbonato de cálcio), mesmo apresentando numerosas aplicações na Indústria, na Agricultura, entre outras, emite dióxido de carbono para a atmosfera, conforme se observa na equação a seguir, que representa a decomposição do carbonato de cálcio.



Com a decomposição de 400 kg de calcário, se emitem para a atmosfera

- A) 22 kg de CO_2 . C) 88 kg de CO_2 .
B) 44 kg de CO_2 . D) 176 kg de CO_2 .
- 02.** (UFMG) Considere uma reação hipotética que ocorre em fase gasosa e envolve os reagentes X e Y e o produto Z.

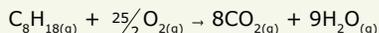
Num experimento, foram misturados, em um recipiente, 5 mol de X com 5 mol de Y. Após 1 minuto, nesse recipiente, havia 4 mol de X, 3 mol de Y e 1 mol de Z, como registrado neste quadro:

	X	Y	Z
Início	5 mol	5 mol	0
Após 1 min	4 mol	3 mol	1 mol

Suponha que essa reação prossegue até o consumo total do reagente limitante.

Considerando-se a quantidade inicial de X e Y, é correto afirmar que a quantidade máxima de Z a ser obtida nessa reação é de

- A) 2,5 mol. C) 4 mol.
B) 3,5 mol. D) 5 mol.
- 03.** (FUVEST-SP-2016) Um dirigível experimental usa hélio como fluido ascensional e octano (C_8H_{18}) como combustível em seu motor, para propulsão. Suponha que, no motor, ocorra a combustão completa do octano:



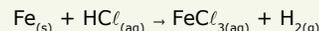
Para compensar a perda de massa do dirigível à medida que o combustível é queimado, parte da água contida nos gases de exaustão do motor é condensada e armazenada como lastro. O restante do vapor de água e o gás carbônico são liberados para a atmosfera.

Qual é a porcentagem aproximada da massa de vapor de água formado que deve ser retida para que a massa de combustível queimado seja compensada?

- A) 11%. C) 39%. E) 70%.
B) 16%. D) 50%.

Note e adote: Massa molar (g/mol): H_2O : 18; O_2 : 32; CO_2 : 44; C_8H_{18} : 114.

- 04.** (UFJF-MG) Uma amostra de ferro reagiu totalmente com ácido clorídrico, liberando 3,36 L de H_2 , a 1,0 atm e 25 °C, de acordo com a equação não balanceada a seguir:



Assinale a alternativa que apresenta a massa em gramas da amostra de ferro usada no experimento descrito.

- A) 8,4 D) 2,8
B) 5,6 E) 4,2
C) 11,2

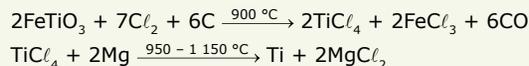
- 05.** (UPE-PE) O processo industrial de obtenção de ferro metálico consiste numa série de reações químicas que ocorrem em fornos a altas temperaturas. Uma delas, descrita a seguir, consiste na obtenção de ferro metálico a partir do seu óxido: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$. Se 10⁶ gramas de Fe_2O_3 são utilizadas para redução do ferro, então a quantidade de ferro obtida é igual a

Dados: Massas molares, Fe = 56 g/mol; C = 12 g/mol; O = 16 g/mol.

- A) 70 kg. D) 70 · 10³ kg.
B) 7 · 10⁶ kg. E) 700 · 10⁶ kg.
C) 0,7 · 10³ kg.

- 06.** (FEPECS-DF) O titânio é o metal utilizado em Engenharia com a melhor relação resistência / massa; além disso, ele possui baixa densidade e alta temperatura de fusão (1 667 °C). Devido a essas propriedades, é muito utilizado na indústria aeronáutica.

Um dos métodos de preparação do titânio é o método de Kroll, que consiste no tratamento da ilmenita (FeTiO_3) com cloro e carbono para a obtenção do TiCl_4 e sua redução com magnésio:

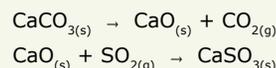


Considerando que as reações se completam totalmente, o tratamento de 1 000 mol de FeTiO_3 irá produzir uma massa de titânio, em kg, igual a:

Dados: Massas molares ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$): Ti = 48; Fe = 56; O = 16; Cl = 35,5; Mg = 24.

- A) 24. D) 240.
B) 48. E) 480.
C) 96.

- 07.** (FUVEST-SP) Uma instalação petrolífera produz 12,8 kg de SO_2 por hora. A liberação desse gás poluente pode ser evitada usando-se calcário, o qual, por decomposição, fornece cal, que reage com o SO_2 formando CaSO_3 , de acordo com as equações:



Dados: Massas molares ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$): CaCO_3 = 100; SO_2 = 64.

Qual a massa mínima de calcário (em kg), por dia, necessária para eliminar todo o SO_2 formado? Suponha 100% de rendimento para as reações.

- A) 128 C) 480 E) 1 200
B) 240 D) 720

08. (UFT-TO) O carbonato de cálcio (CaCO_3), quando sofre reação de decomposição, forma óxido de cálcio (CaO) e gás carbônico (CO_2). Com o objetivo de determinar a pureza de um carregamento de CaCO_3 adquirido para uso industrial, uma amostra de 5,00 gramas do produto foi coletada e, após ser submetida à decomposição térmica total, produziu 2,24 gramas de CaO .

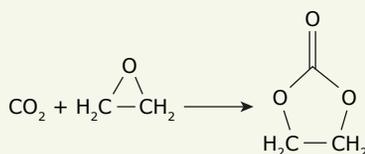
Qual é o grau de pureza da amostra?

- A) 80%. C) 22,4%. E) 56%.
B) 20%. D) 44,8%.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



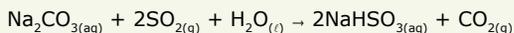
01. (UFRGS-RS-2016) Uma das abordagens para reduzir o efeito estufa é a captura do CO_2 e sua transformação em produtos de interesse. A seguir é mostrada a reação do CO_2 com óxido de etileno, que leva à formação do carbonato cíclico.



Considerando que a emissão média de CO_2 por km rodado para carros de passeio é de 0,22 kg de CO_2 , a quantidade máxima desse carbonato em quilogramas que poderia ser obtida a partir da emissão de CO_2 de um carro que rodou 100 km em um dia é:

- A) 11. C) 44. E) 176.
B) 22. D) 88.

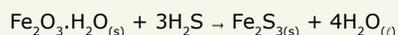
02. (FGV-SP) O hidrogenossulfito de sódio, NaHSO_3 , é um insumo usado na indústria de fabricação de papel e de curtume. Pode ser obtido a partir da reação representada na seguinte equação:



A quantidade máxima de NaHSO_3 , em mols, produzida a partir de 42,4 toneladas de Na_2CO_3 , é:

- A) $4 \cdot 10^4$ C) $8 \cdot 10^4$ E) $8 \cdot 10^6$
B) $4 \cdot 10^5$ D) $8 \cdot 10^5$

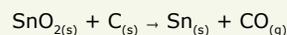
03. (UDESC) Os compostos reduzidos de enxofre, principalmente o sulfeto de hidrogênio (H_2S), um gás de cheiro desagradável, são formados por atividade bacteriana anaeróbica em "lixões". Ele pode ser removido do ar por uma variedade de processos, entre eles, o bombeamento através de um recipiente com óxido de ferro (III) hidratado, o qual se combina com sulfeto de hidrogênio:



Se 208 g de Fe_2S_3 são obtidos pela reação, qual a quantidade de H_2S removida? Considere que $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ está em excesso e que o rendimento da reação é de 100%.

- A) 68 g. C) 34 g. E) 208 g.
B) 51 g. D) 102 g.

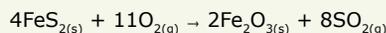
04. (PUC Minas-2015) A liga de estanho e chumbo (Sn-Pb) é empregada como solda metálica. Para a obtenção de estanho, é necessário extraí-lo da natureza. Uma fonte natural de estanho é o minério cassiterita. A equação química de redução da cassiterita, não balanceada, a estanho metálico é apresentada a seguir.



Reagindo-se 50 kg de carbono com 25 kg de minério cassiterita (100% de pureza) e considerando-se um rendimento de 100%, a massa de estanho produzida será, aproximadamente,

- A) 12,5 kg. C) 25 kg.
B) 19,7 kg. D) 50 kg.

05. (Mackenzie-SP-2015) A reação de ustulação da pirita (FeS_2) pode ser representada pela equação a seguir:

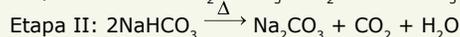
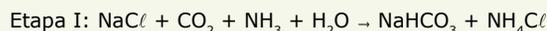


Considerando que o processo de ustulação ocorra nas CNTP, é correto afirmar que o volume de SO_2 produzido na reação de 600 g de pirita que apresente 50% de pureza é de

Dado: Massa molar ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) $\text{FeS}_2 = 120$.

- A) 56,0 L. C) 168,0 L. E) 280,0 L.
B) 112,0 L. D) 224,0 L.

06. (UFTM-MG) O carbonato de sódio, importante matéria-prima na fabricação de vidros, pode ser produzido a partir da reação do cloreto de sódio, amônia e gás carbônico, processo químico conhecido como processo Solvay. São apresentadas duas etapas deste processo.



Considerando que o rendimento da etapa I é 75% e o da etapa II é 100%, a massa de carbonato de sódio, em kg, que pode ser produzida a partir de 234 kg de cloreto de sódio é:

- A) 159. C) 28. E) 424.
B) 212. D) 318.

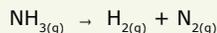
07. (UECE-2016) O ácido fosfórico usado em refrigerante tipo "coca-cola" e possível causador da osteoporose pode ser formado a partir de uma reação cuja equação química não balanceada é:



Para obter-se 980 g de ácido fosfórico, a massa total dos reagentes (massa do H_2SO_4 + massa do $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), em gramas, que devem ser usados é:

- A) 4 080. C) 2 040.
B) 3 020. D) 1 510.

08. (Mackenzie-SP) Considere a reação representada pela equação química



que não se encontra balanceada. Ao ser decomposto $1,7 \cdot 10^5$ g de gás amônia, em um processo cujo rendimento global seja de 100%, é correto afirmar que o volume total dos gases produzidos nas CNTP é de

Dados:

Massas molares ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) $\text{H} = 1$ e $\text{N} = 14$;

Volume molar nas CNTP ($\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$) = 22,4.

- A) $6,00 \cdot 10^5$ L. D) $2,24 \cdot 10^5$ L.
 B) $4,48 \cdot 10^5$ L. E) $1,12 \cdot 10^5$ L.
 C) $3,36 \cdot 10^5$ L.

09. (Unesp-2016) A imagem mostra o primeiro avião do mundo movido a etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), o avião agrícola Ipanema, de fabricação brasileira.



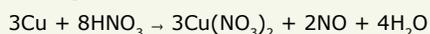
Disponível em: <www.embraer.com>.
 Acesso em: 16 jan. 2016.

Considere que a velocidade de cruzeiro dessa aeronave seja 220 km/h, que o consumo de combustível nessa velocidade seja 100 L/h, que cada litro de combustível contenha 0,8 kg de $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ e que a combustão seja completa.

Em um percurso de 110 km, à velocidade de cruzeiro constante, a massa de dióxido de carbono lançada ao ar devido à combustão, em kg, é próxima de:

- A) 55 D) 33
 B) 22 E) 88
 C) 77

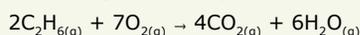
10. (UEG-GO) O nitrato de cobre pode ser obtido a partir da reação de cobre metálico e ácido nítrico, conforme a equação a seguir:



De acordo com as informações apresentadas anteriormente, considere que o cobre utilizado na reação apresenta uma pureza de 100% e, a partir de 635 g desse metal, determine:

- A) A massa do sal que será formada.
 B) O volume do recipiente, em que deverá ser armazenado todo o NO produzido, de forma que a pressão exercida pelo gás seja igual a 8,2 atm, a uma temperatura de 300 K.

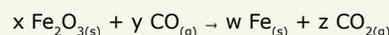
11. (UFJF-MG) O gás etano é o segundo constituinte mais importante do gás natural, sofrendo combustão, de acordo com a seguinte equação:



Assinale a alternativa correta.

- A) A completa combustão de 1 mol de etano produz 6 mol de água.
 B) A completa combustão de 28 L de etano produz 56 L de gás carbônico.
 C) Não é possível saber qual é o número de moléculas contidas em 22,4 L de gás etano nas CNTP.
 D) O volume ocupado por 60 g de etano nas CNTP é igual a 448 L.
 E) De acordo com a equação química, o volume molar ocupado pelo CO_2 será sempre igual à metade do volume molar ocupado pelo etano numa determinada temperatura e pressão.

12. (UFC-CE) O ferro metálico pode ser produzido a partir da reação do Fe_2O_3 com CO de acordo com a seguinte equação química não balanceada:



Considere a reação completa entre 1,60 g de Fe_2O_3 e 3,00 g de CO e assinale a alternativa correta.

- A) O reagente limitante dessa reação é o monóxido de carbono.
 B) A quantidade máxima de ferro metálico produzida será de aproximadamente 1,12 g.
 C) Após a reação se completar, restará 0,58 g de monóxido de carbono no meio reacional.
 D) A quantidade máxima de dióxido de carbono produzida será de aproximadamente 4,60 g.
 E) Se o rendimento for de 80%, serão produzidos aproximadamente 2,50 g de ferro metálico.

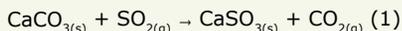
13. (Unifor-CE) Vários experimentos foram realizados para estudar a reação entre óxido de cálcio e água, produzindo hidróxido de cálcio. A temperatura (T_f), medida ao final de cada reação, está registrada na tabela a seguir:

Exp.	Quantidade de óxido de cálcio (mol)	Quantidade de água (mol)	Quantidade de material reagente (mol)	Temperatura Final (T_f)
1	1,0	0,0	1,0	25°C
2	0,8	0,2	1,0	30°C
3	0,7	0,3	1,0	40°
4	X	Y	1,0	T_f

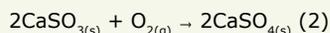
Analisando os dados da tabela e conhecendo a estequiometria da reação, podemos afirmar que

- A) os valores de X e Y para que a temperatura final da reação seja a maior possível são 0,6 e 0,4, respectivamente.
 B) o reagente limitante na reação do experimento 3 é o óxido de cálcio.
 C) a quantidade de produto formado no experimento 2 é de aproximadamente 15 gramas.
 D) a relação molar estequiométrica na reação do experimento 2 é 4 : 1.
 E) a reação que ocorre entre o óxido de cálcio e a água é um processo endotérmico.

- 06.** (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 sulfito 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.

- 07.** (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.

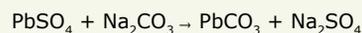
LEE, J. D. *Química Inorgânica não tão concisa*. São Paulo: Edgard Blucher, 1999 (Adaptação).

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.

- 08.** (Enem) A composição média de uma bateria automotiva esgotada é de aproximadamente 32% Pb, 3% PbO, 17% PbO₂ e 36% PbSO₄. A média de massa da pasta residual de uma bateria usada é de 6 kg, onde 19% é PbO₂, 60% PbSO₄ 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_{2(g)}, 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 PbSO₄ é feita via lixiviação com solução de carbonato de sódio (Na₂CO₃) 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 PbCO₃ obtida?

- A) 1,7 kg.
- B) 1,9 kg.
- C) 2,9 kg.
- D) 3,3 kg.
- E) 3,6 kg.

- 09.** (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 CO₂, 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.

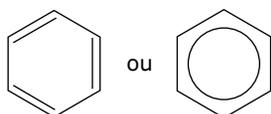
No caso da produção do cimento, o primeiro passo é a obtenção do óxido de cálcio, a partir do aquecimento de calcário a altas temperaturas, de acordo com a reação:



Compostos Aromáticos

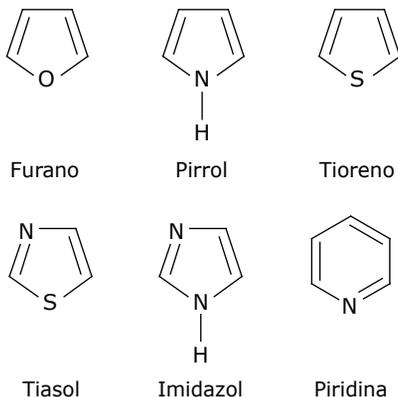
AROMATICIDADE

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

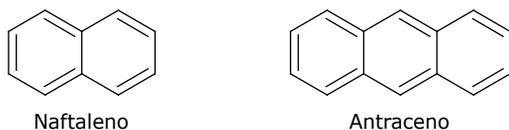


O conceito de composto aromático é estendido além dos diversos derivados do benzeno (fenol, anilina, ácido benzoico, etc.), como ocorre com os derivados do antraceno, naftaleno e fenantreno, que apresentam núcleos benzênicos conjugados.

Exemplos de compostos aromáticos heterocíclicos:



Exemplos de compostos aromáticos homocíclicos:



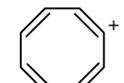
Além dos compostos que contêm anéis benzênicos, outras substâncias recebem a designação de aromáticas contudo, algumas delas, aparentemente, têm pouca semelhança com o benzeno.

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 π deslocalizados abaixo e acima do plano da molécula, entre outras.

Para saber se uma cadeia homocíclica, contendo ligações π , é ou não aromática, usamos a Regra de Hückel¹, baseada na mecânica quântica. Segundo essa regra, "todos os compostos cíclicos planos ou quase planos, com $4n + 2$ elétrons π alternados, sendo 'n' um número inteiro, terão caráter aromático".

Exemplos:

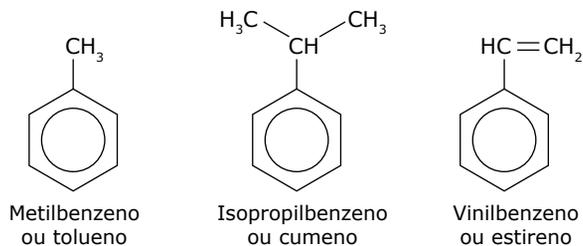
<p>Ciclobutadieno</p>  <p>n. de $e^- \pi = 4n + 2$ $4n + 2 = 4$ $4n = 2$ $n = 1/2$ Não é aromático</p>	<p>Cátion cicloeptatrienilo</p>  <p>n. de $e^- \pi = 4n + 2$ $4n + 2 = 6$ $4n = 4$ $n = 1$ Composto aromático</p>
--	--

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

NOMENCLATURA DOS ARENOS

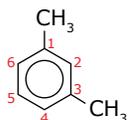
Para hidrocarbonetos aromáticos derivados do benzeno, a nomenclatura é feita da seguinte maneira: utilizamos benzeno como nome de origem e os substituintes como prefixos.

Exemplos:

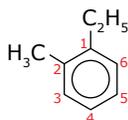


Quando dois substituintes estão presentes, suas posições relativas podem ser indicadas pelos prefixos orto-, meta- e para- (abreviados por *o-*, *m-* e *p-*) ou por meio de números.

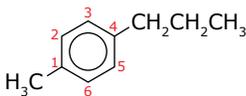
¹Erich Hückel, do Instituto de Física Teórica de Stuttgart.



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



1-etil-2-metilbenzeno
ou
o-etilmetilbenzeno

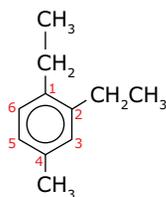


1-metil-4-propilbenzeno
ou
p-metilpropilbenzeno

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

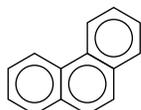
Os hidrocarbonetos aromáticos **benzenoides** possuem moléculas que podem ser consideradas como dois ou mais anéis benzênicos condensados.



$C_{10}H_8$
Naftaleno



$C_{14}H_{10}$
Antraceno

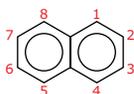


$C_{14}H_{10}$
Fenantreno

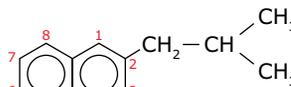


$C_{16}H_{10}$
Pireno

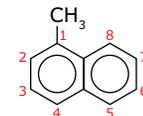
Para derivados do naftaleno, utilizamos a seguinte numeração:



Em derivados monossubstituídos do naftaleno, podemos utilizar os prefixos α e β para indicar a posição relativa de um grupo em vez de números.



2-isobutilnaftaleno
ou
 β -isobutilnaftaleno



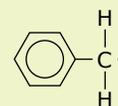
1-metilnaftaleno
ou
 α -metilnaftaleno

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.

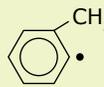
Radicais aromáticos



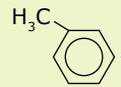
Fenil



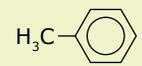
Benzil



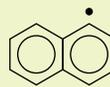
o-toluil



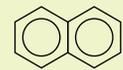
m-toluil



p-toluil

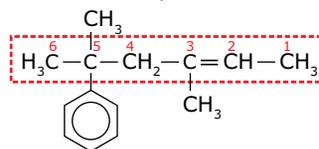


α -naftil



β -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.

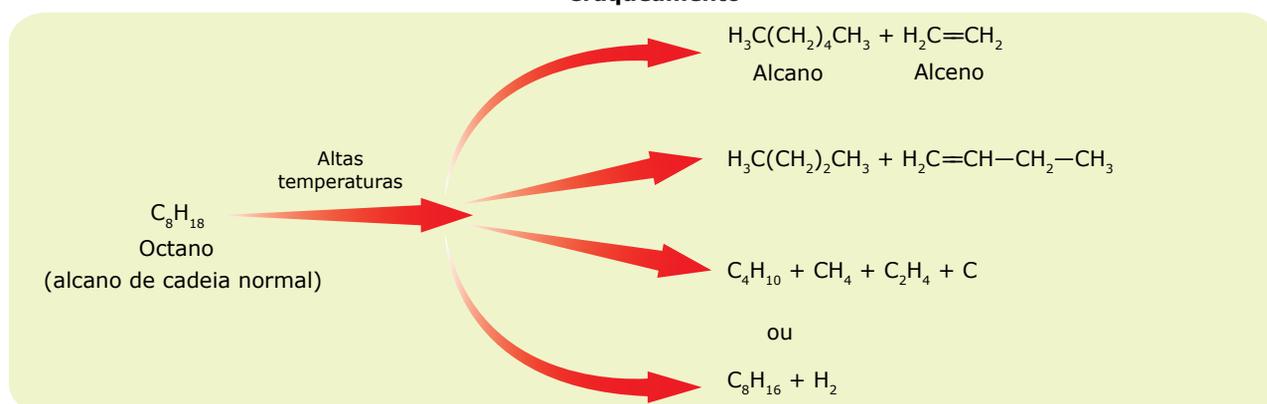
PETRÓLEO

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 _{eb} / °C	N. de átomos de C
Gás	< 20	C ₁ - C ₄
Éter de petróleo	20 - 100	C ₅ - C ₇
Gasolina natural	40 - 205	C ₅ - C ₁₀ e alcanos cíclicos
Querosene	175 - 325	C ₁₂ - C ₁₈ e aromáticos
Óleo combustível	275 - 400	C ₁₂ - C ₂₅
Óleo lubrificante	400 - 500	C ₂₅ - C ₃₅
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.

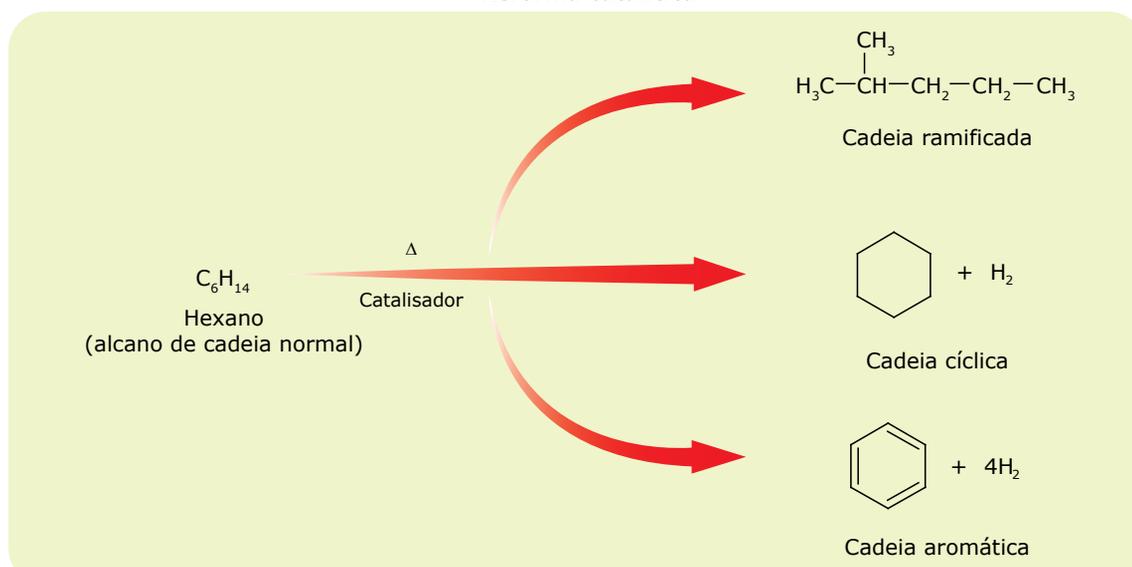
Craqueamento



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

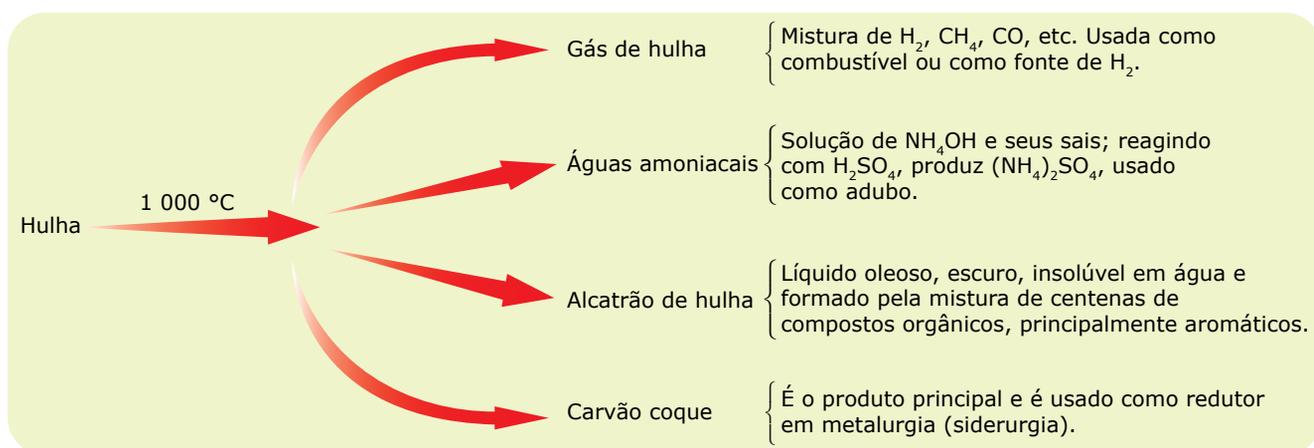
O gás natural é encontrado em bolsões no subsolo, associado ou não ao petróleo. Normalmente, o gás natural consiste em, pelo menos, 95% de hidrocarbonetos, sendo o restante constituído de nitrogênio, $N_{2(g)}$, gás carbônico, $CO_{2(g)}$ e, algumas vezes, sulfeto de hidrogênio, $H_2S_{(g)}$. O principal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

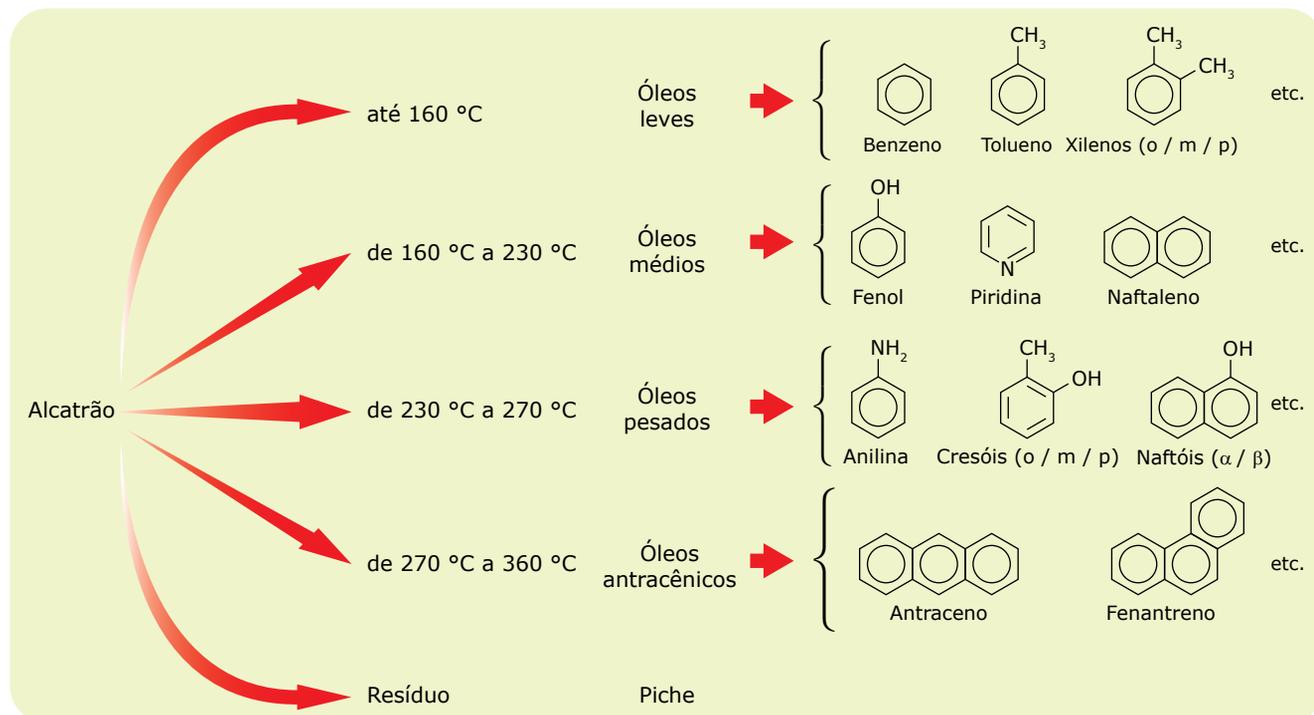
ALCATRÃO DA HULHA

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:

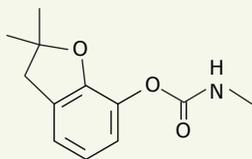


- D) Todo hidrocarboneto para ser ramificado deve possuir carbonos terciários e / ou quaternários.
- E) O menor hidrocarboneto saturado que possui um carbono terciário e dois carbonos quaternários possui fórmula geral C_nH_{2n} .

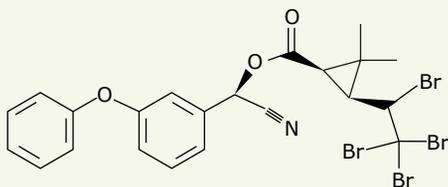
06. (UECE-2016) O benzeno é usado principalmente para produzir outras substâncias químicas. Seus derivados mais largamente produzidos incluem o estireno, que é usado para produzir polímeros e plásticos, fenol, para resinas e adesivos, e ciclohexano, usado na manufatura de nylon. Quantidades menores de 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

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

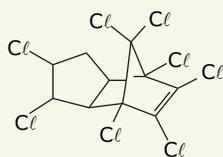
07. (PUCPR) Um tema de discussão atual tem sido o uso de sementes transgênicas voltado aos supostos aumento da produção de alimentos e diminuição do uso de pesticidas, tais como o carbofurano (I), o tralometrin (II), o clordano (III) e a atrazina (IV).



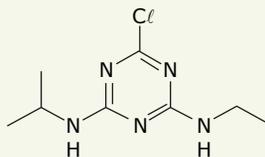
I



II



III

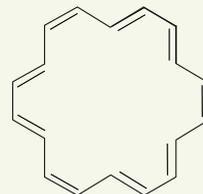


IV

Dentre esses pesticidas, quais apresentam anel aromático?

- A) Carbofurano, Tralometrin e Atrazina.
- B) Carbofurano e Clordano.
- C) Atrazina, Clordano e Tralometrin.
- D) Carbofurano, Tralometrin, Clordano e Atrazina.
- E) Clordano e Tralometrin.

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

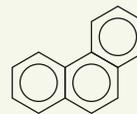
09. (PUC Rio) Considere os seguintes hidrocarbonetos e as afirmativas a seguir:



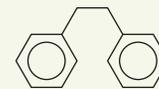
Tolueno



Naftaleno



Fenantreno



1,2-difeniletano

- I. O tolueno é um hidrocarboneto aromático mononuclear.
- II. O naftaleno possui 6 ligações pi (π).
- 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. D) II e IV.
- B) II. E) III e IV.
- C) I e III.

10. (UECE–2016) 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.

11. (FGV) Muitas pessoas confundem a benzina com o benzeno, que são dois solventes orgânicos diferentes com nomes parecidos. A benzina, também chamada de éter de petróleo, é um líquido obtido na destilação fracionada do petróleo, de baixa massa molar, constituído por hidrocarbonetos, geralmente alifáticos, como pentano e heptano. O benzeno é um hidrocarboneto aromático, constituído por um anel benzênico.

Sobre esses solventes, são feitas as seguintes afirmações:

- I. A molécula do benzeno apresenta três ligações duplas entre átomos de carbono.
 II. A energia de ligação entre os átomos de carbono no benzeno é maior que a da benzina.
 III. Os átomos de carbono na benzina apresentam geometria tetraédrica.
 IV. Os ângulos de ligação entre os átomos de carbono no benzeno são de 60° .

As afirmativas corretas são aquelas contidas em

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

SEÇÃO ENEM

01. (Enem–2018) 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.

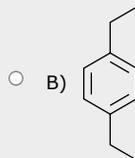
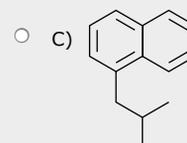
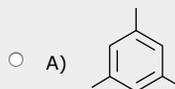
GABARITO

Meu aproveitamento 

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

01. B 02. A 03. D 04. E
 05.



06. A 07. E 08. E

Propostos

Acertei _____ Errei _____

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

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

01. A



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.

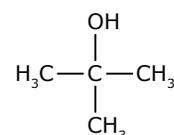
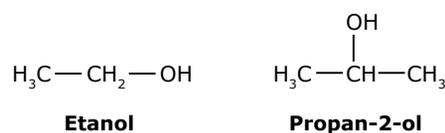
B) Quanto ao tipo de carbono a que a hidroxila se encontra ligada

- 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**.

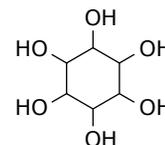
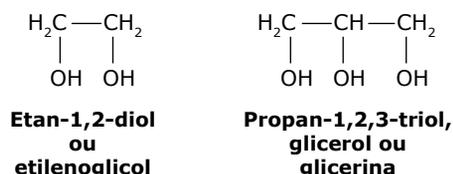
Exemplos:



Metilpropan-2-ol ou isobutanol

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

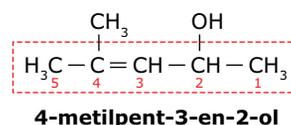
Exemplos:



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.

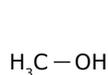
Exemplo:



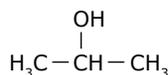
Nomenclatura usual

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

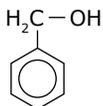
Exemplos:



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.

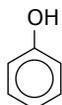
FENÓIS

Compostos que possuem como grupo funcional a hidroxila (—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.

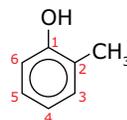
Nomenclatura usual e IUPAC

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

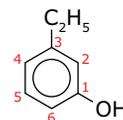


Hidroxibenzeno ou fenol

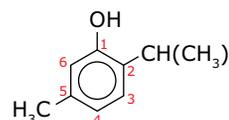
Muitos outros fenóis podem ser nomeados usando-se a palavra **fenol** como nome base, precedido pelos nomes dos substituintes.



2-metilfenol, o-metilfenol ou o-cresol

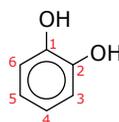


3-etilfenol ou m-etilfenol

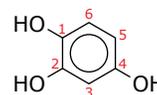


2-isopropil-5-metilfenol ou timol

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

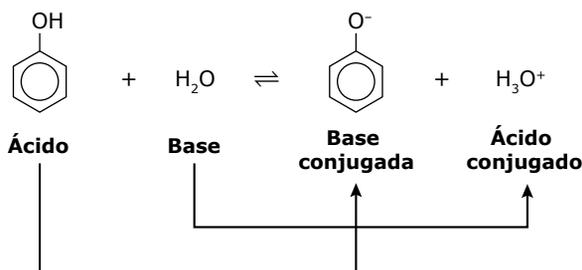


Benzeno-1,2,4-triol ou 1,2,4-tri-hidroxibenzeno

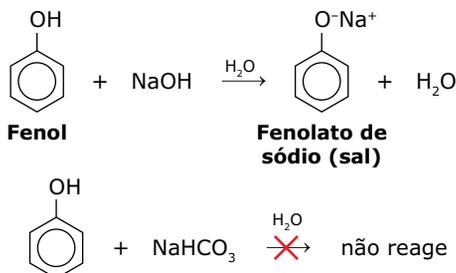
Propriedades físicas e químicas dos fenóis

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).

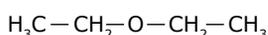
ÉTERES

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).

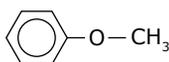
Exemplos:



Etoxietano



Metoxietano

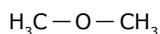


Metoxibenzeno ou anisol

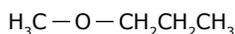
Nomenclatura usual

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

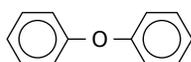
Exemplos:



Éter dimetílico



Éter metilpropílico



Éter difenílico

Propriedades físicas e químicas dos éteres

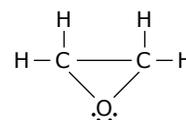
Os éteres, apesar de serem compostos oxigenados, possuem propriedades físicas mais parecidas com as dos hidrocarbonetos do que com as dos álcoois e as dos fenóis. No caso dos éteres, as ligações intermoleculares podem ser as interações dipolo-dipolo ou, então, as interações dipolo instantâneo-dipolo 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 celuloide; em perfumaria; em medicina, como anestésicos e no preparo de medicamentos, e como solventes de óleos, gorduras e resinas.

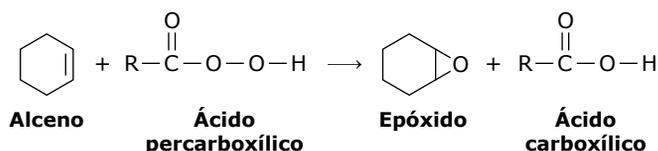
Epóxidos

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

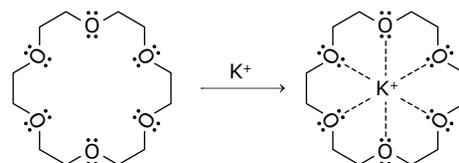
O método mais comum para a síntese de um epóxido é a reação de um alceno com um perácido orgânico.



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.

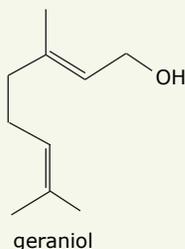


O relacionamento entre os éteres de coroa e os íons que eles transportam é chamado relacionamento hospedeiro-hóspede. No caso considerado, o 18-coroa-6 age como hospedeiro, e o cátion K⁺ coordenado é o hóspede.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM

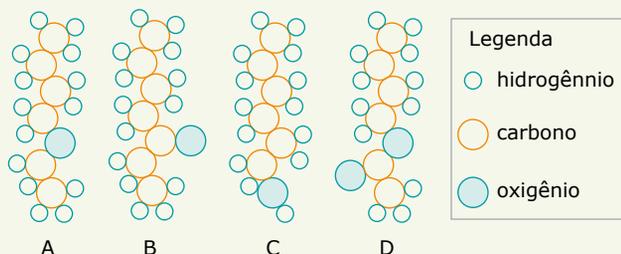


- 01.** (UEA-AM) Considere o geraniol, um óleo essencial de aroma floral, como o de rosas.



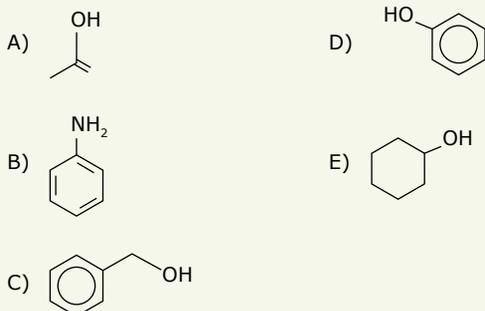
O geraniol é um

- A) álcool. D) alcino.
 B) enol. E) aldeído.
 C) fenol.
- 02.** (UEMG) As figuras a seguir representam moléculas constituídas de carbono, hidrogênio e oxigênio.

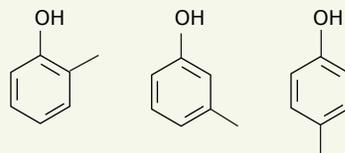


Qual das figuras representa uma molécula pertencente à função álcool?

- A) A C) C
 B) B D) D
- 03.** (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.

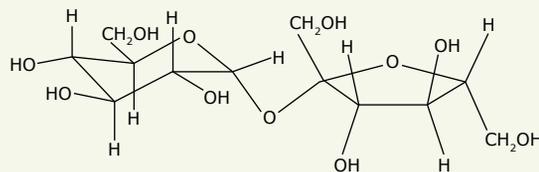


- 04.** (IFSul-2015) Um dos produtos mais usados como desinfetante é a creolina formada por um grupo de compostos químicos fenólicos, os quais apresentam diferentes fórmulas estruturais, tais como:



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.
- 05.** (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.

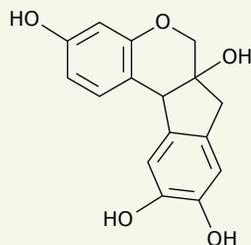
- A) Álcool e fenol. D) Cetona e álcool.
 B) Álcool e éter. E) Éter e cetona.
 C) Álcool e cetona.
- 06.** (UFRN) O etóxietano (éter comum), usado como anestésico em 1842, foi substituído gradativamente por outros anestésicos em procedimentos cirúrgicos. Atualmente, é muito usado como solvente apolar nas indústrias, em processos de extração de óleos, gorduras, essências, dentre outros.

A estrutura do éter comum que explica o uso atual mencionado no texto é

- A) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$.
 B) $CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$.
 C) $CH_3-CH_2-CH_2-CHO$.
 D) $CH_3-CH_2-CH_2-CO_2H$.
- 07.** (UNIRIO-RJ) O pau-brasil ocupou o centro da história brasileira durante todo o primeiro século da colonização. Essa árvore, abundante na época da chegada dos portugueses e hoje quase extinta, só é encontrada em jardins botânicos, como o do Rio de Janeiro, e em parques nacionais, plantada vez por outra em cerimônias patrióticas.

Coube a Robert Robinson, prêmio Nobel de Química de 1947, o privilégio de chegar à estrutura química da brasilina, substância responsável pela cor vermelha do pau-brasil.

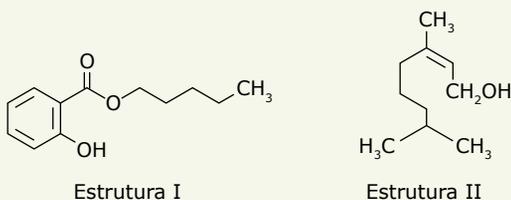
Disponível em: <http://www.s bq.org.br>.



Que alternativa apresenta as corretas funções orgânicas da brasilina?

- A) Éter, álcool tetra-hidroxilado e amida.
- B) Fenol, álcool terciário e éter.
- C) Álcool, fenol e amina.
- D) Fenol, éter e anidrido.
- E) Fenol, éter e éster.

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.

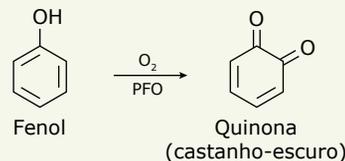
- A) I e II apresentam a função álcool.
- B) A substância I apresenta maior acidez que a substância II.
- C) A massa molar de I é menor que a massa molar de II.
- D) I e II representam substâncias saturadas.
- E) I e II representam substâncias classificadas como compostos aromáticos.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

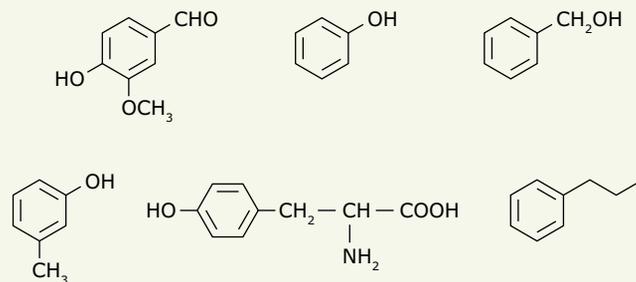


01. (Unimontes-MG) A polifenoloxidase (PFO) é uma enzima encontrada nos tecidos do abacate, da pera, da maçã, etc., e é responsável pelo aparecimento da cor escura quando esses alimentos são cortados e expostos ao oxigênio atmosférico.

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 O₂ e um possível substrato.



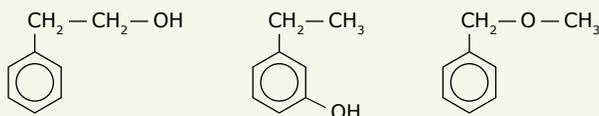
Dados os seguintes compostos:



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

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

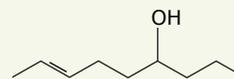
02. (UEPG-PR-2016) Sobre os compostos a seguir representados, assinale o que for correto.



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

Soma ()

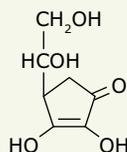
03. (UEM-PR) Com relação à estrutura dada a seguir, é correto afirmar que



- 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.

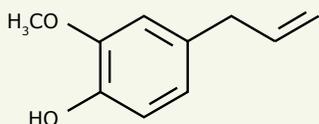
Soma ()

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



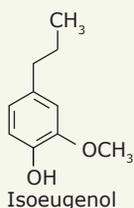
contida em frutas cítricas, limão, tomate, pimentão verde, causa a anomalia escorbuto. Na estrutura, o número de grupos que caracterizam a função álcool é:

- A) 1.
B) 2.
C) 3.
D) 4.
E) 5.
05. (IFPE-2017) 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 $C_8H_{12}O_2$.
B) O eugenol apresenta as funções éter e fenol.
C) O eugenol apresenta cinco carbonos sp^2 .
D) O eugenol apresenta cadeia fechada alicíclica.
E) O eugenol apresenta quatro ligações sigmas.
06. (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.



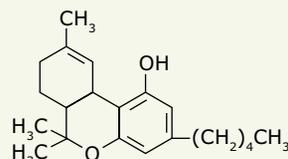
Sobre essa molécula, atribua V (verdadeiro) ou F (falso) às afirmativas a seguir.

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

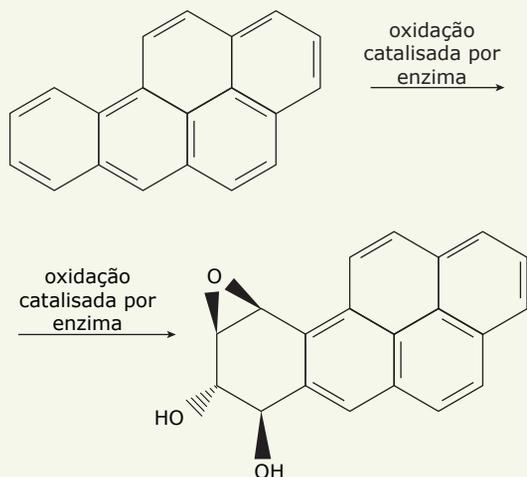
07. (PUC Minas) O THC ou tetra-hidrocanabinol, de fórmula



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. D) fenol e éter.
B) álcool e cetona. E) enol e éter.
C) fenol e cetona.
08. (Unimontes-MG-2015) 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.



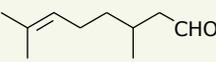
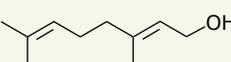
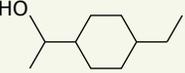
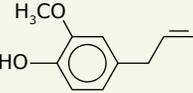
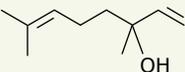
Na estrutura da curcumina, identificam-se grupos característicos das funções

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

- 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. [...]

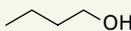
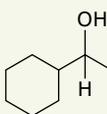
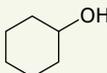
Disponível em: <<http://www.destilariabauru.com.br/oleo-essencial-de-geranio-egito>>. Acesso em: 21 nov. 2018.

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 alcoois com os haletos de hidrogênio. Os alcoois (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 (ZnCl₂). 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 alcoois 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) 

GABARITO

Meu aproveitamento 

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

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

Propostos

Acertei _____ Errei _____

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

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

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



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.



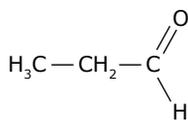
Nomenclatura IUPAC

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.

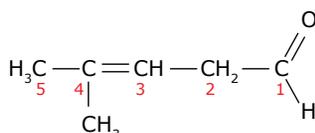
Exemplos:



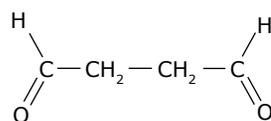
Metanal ou formaldeído



Propanal



4-metilpent-3-enal



Butanodial

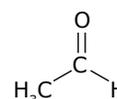
Nomenclatura usual

Alguns aldeídos podem ser nomeados empregando-se a palavra **aldeído** precedida pela seguinte combinação: prefixo + infixo + sufixo **-oico**.

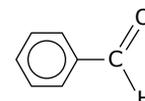
Exemplos:



Aldeído metanoico
ou aldeído fórmico



Aldeído etanoico
ou aldeído acético



Aldeído benzoico
ou benzaldeído

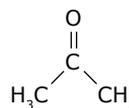
CETONAS

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.

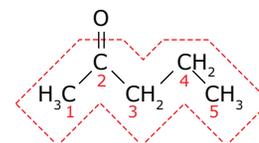
Nomenclatura IUPAC

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.

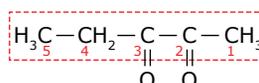
Exemplos:



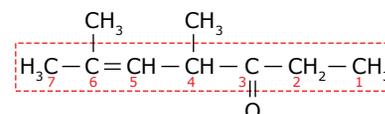
Propanona ou acetona



Pentan-2-ona



Pentan-2,3-diona

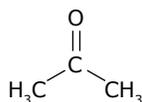


4,6-dimetilept-5-en-3-ona

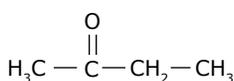
Nomenclatura usual

Citam-se os nomes, em ordem alfabética ou de complexidade, dos radicais ligados à carbonila e, em seguida, adiciona-se o termo **cetona**.

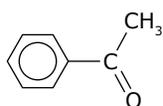
Exemplos:



Dimetilcetona



Etilmetilcetona



Metilfenilcetona
ou acetofenona

Nas cetonas, o carbono vizinho à carbonila é denominado carbono α , o vizinho a esse, carbono β , que, por sua vez, tem como vizinho o carbono γ , e assim sucessivamente (seguindo o alfabeto grego).

PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DE ALDEÍDOS E CETONAS

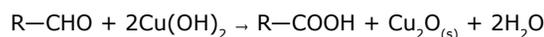
Aldeídos e cetonas são semelhantes em suas propriedades físicas, mas diferentes em muitas propriedades químicas. A carbonila é um grupo funcional bastante polar, no entanto, as moléculas de aldeídos e cetonas não realizam ligações de hidrogênio entre si. Em vez disso, realizam, principalmente, interações 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 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 Cu_2O . A equação genérica que representa esse fenômeno é a seguinte:

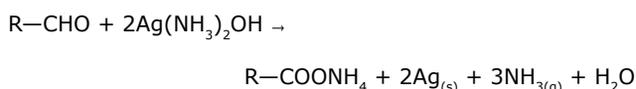


Todas as cetonas apresentam teste de Fehling negativo.

Reativo de Tollens

O reativo de Tollens corresponde a uma solução amoniacal de 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

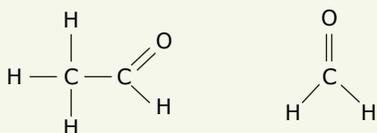
Alguns aldeídos são utilizados como desinfetantes, como matéria-prima na produção de medicamentos e na produção de plásticos, corantes e perfumes.

Já as cetonas são utilizadas na preparação da seda, na produção de medicamentos e, ainda, como solventes.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



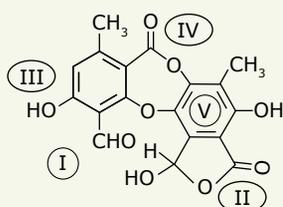
- 01.** (PUC-Campinas SP-2015) A seguir estão representadas duas fórmulas de poluentes encontrados no ar, provenientes de automóveis que utilizam etanol como combustível.



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 norstíctico no talo do líquen. Tal ácido é uma substância rara em espécies desse gênero na América do Sul.

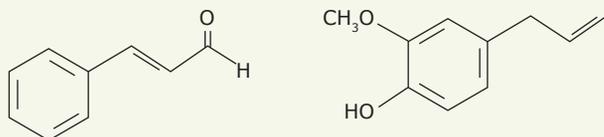
REVISTA QUANTA. p. 15, nov. / dez. 2011.



Ácido norstíctico

A função aldeído está representada pelo grupo

- A) I. C) III. E) V.
B) II. D) IV.
- 03.** (UEPG-PR-2015) Baseado nas estruturas das moléculas a seguir, responsáveis pelas fragrâncias da canela e do cravo-da-índia, respectivamente, assinale o que for correto.



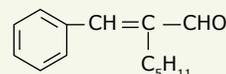
I) Cinaldeído

II) Eugenol

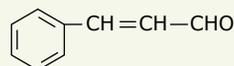
01. Ambas possuem um grupamento fenil.
02. Ambas possuem um grupamento aldeído.
04. Somente o eugenol possui um grupamento álcool.
08. Somente o cinaldeído possui carbono terciário.
16. Somente o eugenol possui um grupo éter metílico.

Soma ()

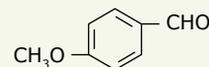
- 04.** (Unemat-MT) As fragrâncias características dos perfumes são obtidas a partir de óleos essenciais. Observe as estruturas químicas de três substâncias comumente empregadas na produção de perfumes.



Fragrância de jasmim



Fragrância de canela



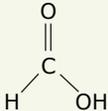
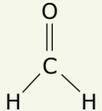
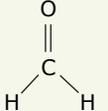
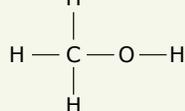
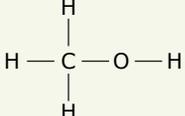
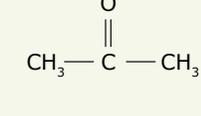
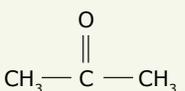
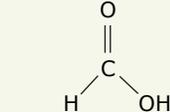
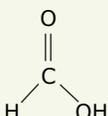
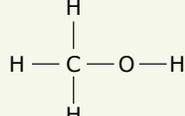
Fragrância de espinheiro-branco

O grupo funcional comum às três substâncias corresponde à seguinte função orgânica:

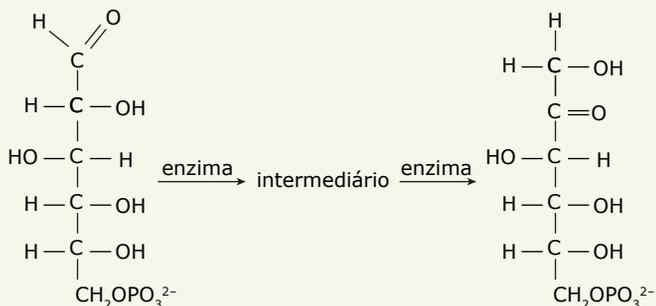
- A) Éter. C) Cetona. E) Acetona.
B) Álcool. D) Aldeído.
- 05.** (PUC-Campinas-SP) Uma análise recente dos compostos orgânicos voláteis do suor de 200 voluntários austríacos demonstrou que dessa mistura de quase 5 000 ácidos, álcoois, cetonas e aldeídos, 44 deles variam o suficiente para produzir um 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

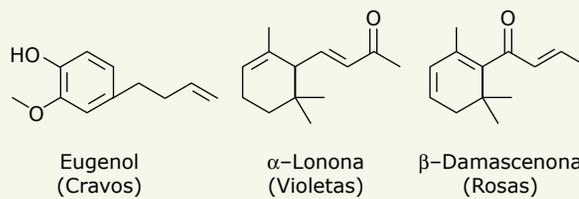
- A) um álcool em éter.
- B) um álcool em cetona.
- C) um aldeído em éter.
- D) um aldeído em cetona.
- E) uma cetona em éter.

07. (FMJ-SP) O diacetil, também denominado de 2,3-butanodiona, é usado como aromatizante sabor manteiga na fabricação de alimentos como a pipoca de micro-ondas sabor manteiga. Uma pesquisa recente aponta que esse composto pode aumentar o risco da doença de Alzheimer.

A fórmula estrutural desse composto é:

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

08. (UFRGS-RS-2018) 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.



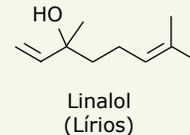
Eugenol (Cravos)

α -Lonona (Violetas)

β -Damascenona (Rosas)



Ocimenol (Jacintos)



Linalol (Lírios)

Disponível em: <<http://www.compoundchem.com>>. Acesso em: 25 jul. 2017.

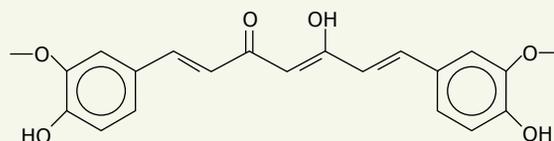
A função cetona está presente nas substâncias que compõem o aroma de:

- A) Cravos apenas.
- B) Jacintos e lírios.
- C) Violetas e rosas.
- D) Rosas e lírios.
- E) Cravos, jacintos, lírios, violetas e rosas.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



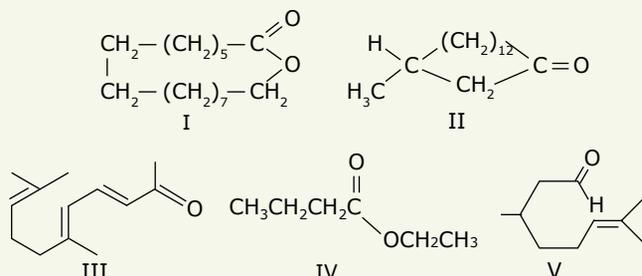
01. (FEPECS-DF) Analise a fórmula estrutural da curcumina, descrita a seguir:



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

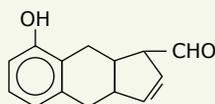
- A) fenol, éter e aldeído.
- B) fenol, éter e cetona.
- C) álcool, éster e aldeído.
- D) álcool, éster e ácido carboxílico.
- E) ácido carboxílico, cetona e éster.

02. (UFMG) Cetonas macrocíclicas são usadas em perfumes porque possuem intenso cheiro de almíscar e retardam a evaporação de constituintes mais voláteis.



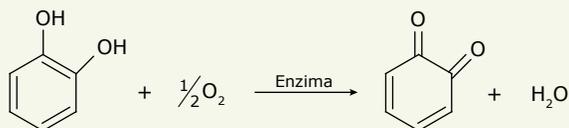
A identificação certa das estruturas de substâncias com cheiro de almíscar é

- A) I, II, III, IV e V. D) I e IV.
B) II, III e V. E) II.
C) I e II.
03. (CMMG-2017) 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.
04. (UFMG) Certas frutas – a banana e a maçã, por exemplo – escurecem em contato com o ar, quando são descascadas. Isso ocorre devido à conversão de substância *orto*-hidroquinona em *orto*-benzoquinona, catalisada por uma enzima.



Orto-hidroquinona
(cor clara)

Orto-benzoquinona
(cor escura)

Considerando-se essas substâncias e suas moléculas, é incorreto afirmar que

- A) a *orto*-hidroquinona apresenta duas hidroxilas fenólicas.
B) a *orto*-benzoquinona apresenta duas carbonilas em suas moléculas.
C) a *orto*-benzoquinona apresenta moléculas saturadas.
D) a *orto*-hidroquinona sofre oxidação na conversão apresentada.

05. (UFRN) A química está presente no cotidiano, como se pode ver na tirinha a seguir:



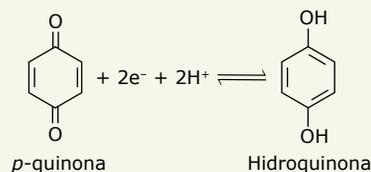
Disponível em: <www.quimicanovae.wordpress.com>. Acesso em: 04 ago. 2011.

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) $CH_3-CH_2-C(=O)H$

06. (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.

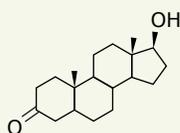


A partir das informações dadas, e analisando as moléculas orgânicas anteriores, é incorreto afirmar que

- 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.

07. (Unesp) Homens que começam a perder cabelo na faixa dos 20 anos podem ter maior risco de câncer de próstata no futuro. A finasterida – medicamento usado no tratamento da calvície – bloqueia a conversão da testosterona em um androgênio chamado dihidrotestosterona (DHT), que se estima estar envolvido na queda de cabelos. O medicamento também é usado para tratar câncer de próstata.

Disponível em: <www.agencia.fapesp.br>.
Acesso em: 04 nov. 2016 (Adaptação).

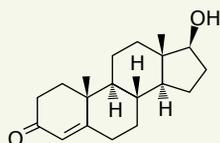


dihidrotestosterona (DHT)

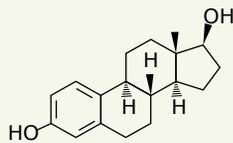
Sobre a DHT, cuja fórmula está representada, é correto afirmar que

- é um hidrocarboneto aromático de fórmula molecular $C_{19}H_{30}O_2$.
- é insolúvel em água e tem fórmula molecular $C_{17}H_{26}O_2$.
- apresenta as funções fenol e cetona e fórmula molecular $C_{19}H_{30}O_2$.
- é apolar e apresenta fórmula molecular $C_{17}H_{29}O_2$.
- apresenta as funções álcool e cetona e fórmula molecular $C_{19}H_{30}O_2$.

08. (PUC Rio) O colesterol dá origem à testosterona, um hormônio ligado ao desenvolvimento sexual, e ao estradiol, que regula as funções sexuais (ver figuras).



Testosterona



Estradiol

Sobre essas substâncias, é correto afirmar que

- o estradiol e a testosterona não possuem carbono assimétrico.
- a testosterona é uma substância aromática.
- ambas as substâncias possuem carbonos com hibridização sp.
- em ambas as substâncias, pode-se identificar duplas-ligações conjugadas.
- as duas substâncias possuem grupo carbonila.

09. (Unisinos-RS-2016)

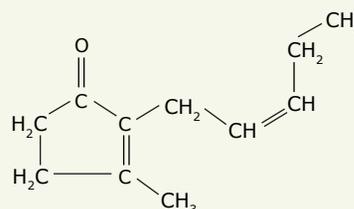
O mercado de beleza em 2015: crescimento e investimento das empresas

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.

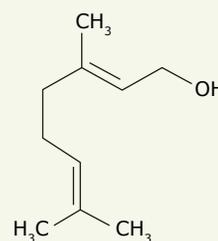
Disponível em: <http://www.hairbrasil.com>.
Acesso em: 04 out. 2015 (Adaptação).

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.

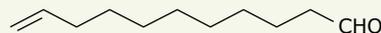
Composto I



Composto II



Composto III



Leia as proposições seguintes, referentes às estruturas anteriores.

- O grupo carbonila presente no composto I pertence a uma cetona, enquanto, no composto II, pertence a um aldeído.

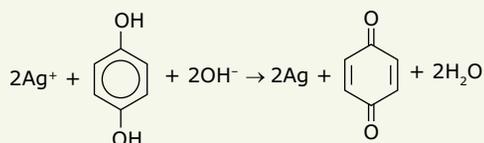
II. A nomenclatura oficial do composto II é 3,7-dimetil-oct-2,6-dien-1-ol, e sua fórmula molecular é $C_{10}H_{18}O$.

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.

- 10.** (Unesp) O processo de revelação fotográfica envolve a reação de um composto orgânico com sais de prata em meio básico, representado pela equação balanceada a seguir:

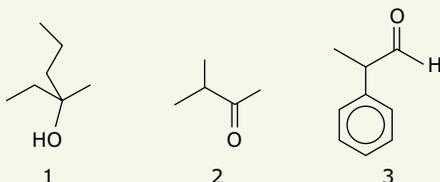


Identifique

- A) os grupos funcionais das substâncias orgânicas que participam do processo.
- B) o agente oxidante e o agente redutor da reação.

- 11.** (UFVJM-MG) Observe estas estruturas.

6 AGO



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
- 12.** (FUVEST-SP) Palíndromo – Diz-se da frase ou palavra que, ou se leia da esquerda para a direita, ou da direita para a esquerda, tem o mesmo sentido.

AURÉLIO. *Novo Dicionário da Língua Portuguesa*. 2. ed. 40. imp. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986. p. 1 251.

“Roma me tem amor” e “A nonanona” são exemplos de palíndromo.

A nonanona é um composto de cadeia linear. Existem quatro nonanonas lineares.

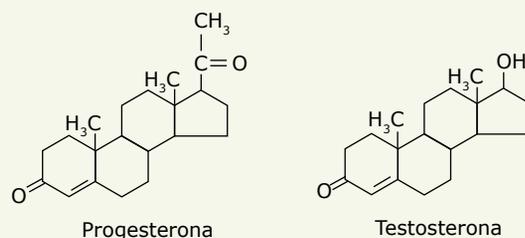
- A) Escreva a fórmula estrutural de cada uma dessas nonanonas.
- B) Entre as fórmulas do item A, assinale aquela que poderia ser considerada um palíndromo.
- C) De acordo com a nomenclatura química, podem-se dar dois nomes para o composto do item B. Quais são esses nomes?

- 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.

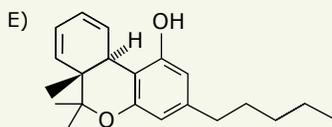
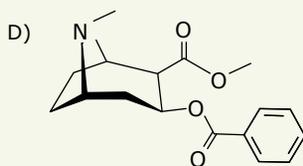
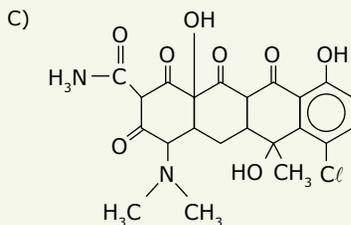
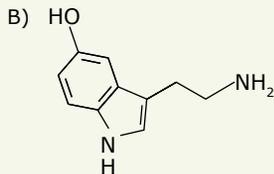
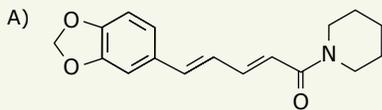


O principal hormônio feminino é a progesterona, enquanto a testosterona é o hormônio responsável pelas características masculinas. Nas estruturas dos hormônios sexuais feminino e masculino, identificam-se, respectivamente, grupos característicos das funções

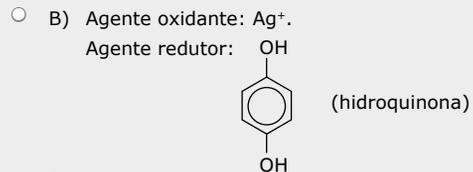
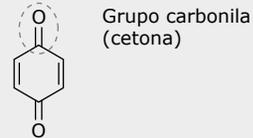
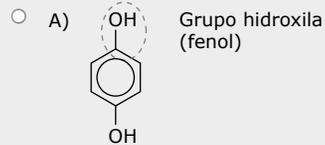
- A) cetona e cetona.
- B) cetona e fenol-cetona.
- C) cetona e cetona-álcool.
- D) aldeído e cetona-álcool.
- E) aldeído e cetona-enol.

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.

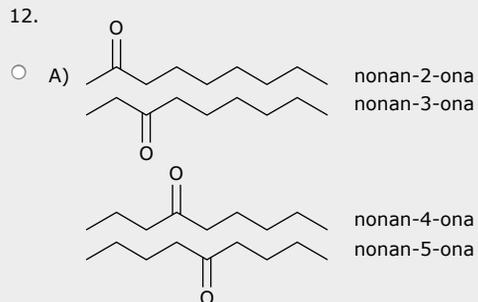
Uma estrutura que poderia ser da piperina é:



10.



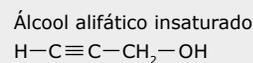
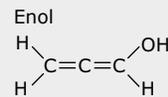
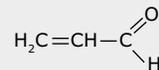
11. B



- B) Nonan-5-ona
 C) Nonan-5-ona e dibutilcetona (cetona dibutílica).

13.

- A) C₃H₄O
 B) C₃H₄O
 C) Aldeído insaturado



Cetona cíclica



Álcool alicíclico insaturado



Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

01. C

02. A

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. B |
| <input type="radio"/> 04. D | <input type="radio"/> 08. C |

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <input type="radio"/> 01. B | <input type="radio"/> 04. C | <input type="radio"/> 07. E |
| <input type="radio"/> 02. E | <input type="radio"/> 05. A | <input type="radio"/> 08. D |
| <input type="radio"/> 03. C | <input type="radio"/> 06. D | <input type="radio"/> 09. B |

Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

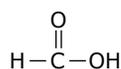
Ácidos e Sais Carboxílicos

ÁCIDOS CARBOXÍLICOS

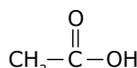
Os ácidos carboxílicos são compostos que possuem como grupo funcional a carbonila (C=O), ligada a uma hidroxila (-OH), e que se denomina grupo carboxila. A carboxila pode ser representada por -COOH, ou, ainda, por -CO₂H.

Nomenclatura IUPAC

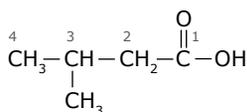
A nomenclatura de um ácido carboxílico é idêntica à de um hidrocarboneto. Apenas deve-se iniciar o nome do composto com a palavra **ácido** seguida do nome da cadeia principal e substituir a terminação **-o** do hidrocarboneto pela terminação **-oico**. Para numerar a cadeia principal de um ácido carboxílico, 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.



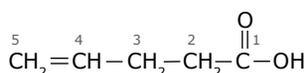
Ácido metanoico (IUPAC)
Ácido fórmico (usual)



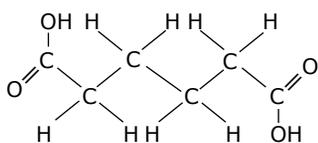
Ácido etanoico (IUPAC)
Ácido acético (usual)



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.

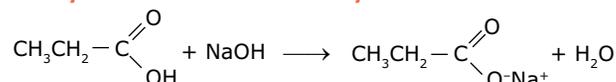
Fontes naturais dos ácidos carboxílicos

Os ácidos carboxílicos apresentam-se na natureza na forma combinada, principalmente como ésteres, óleos, gorduras, ceras, entre outros.

SAIS DE ÁCIDOS CARBOXÍLICOS

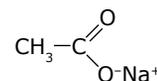
São compostos orgânicos derivados de ácidos carboxílicos obtidos por reações de neutralização com bases inorgânicas.

Reação de neutralização

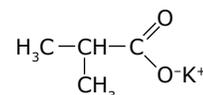


Nomenclatura IUPAC

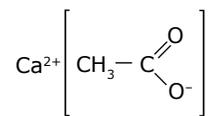
A nomenclatura de um sal de ácido carboxílico é análoga à nomenclatura dos sais inorgânicos. A terminação **-ico** do ácido de origem é substituída por **-ato** seguida da preposição **de** e do **nome do cátion**.



Etanoato de sódio ou
acetato de sódio



2-metilpropanoato de potássio

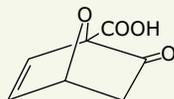


Etanoato de cálcio ou
acetato de cálcio

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM

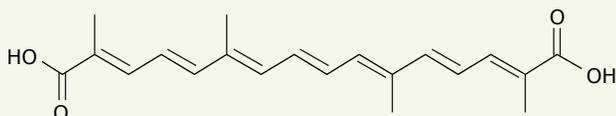


01. (UFMG) Que função não está presente na estrutura?



- A) Álcool
- B) Cetona
- C) Éter
- D) Ácido
- E) Alqueno

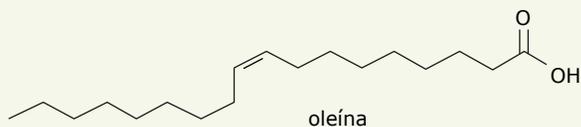
02. (PUC Rio-2015) A seguir, está representada a estrutura da crocetina, uma substância natural encontrada no açafrão.



Nessa estrutura, está presente a seguinte função orgânica:

- A) Álcool
- B) Cetona
- C) Aldeído
- D) Éter
- E) Ácido carboxílico

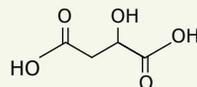
03. (UEA-AM) O óleo de amêndoa da andiroba, árvore de grande porte encontrada na região da Floresta Amazônica, tem aplicações medicinais como antisséptico, cicatrizante e anti-inflamatório. Um dos principais constituintes desse óleo é a oleína, cuja estrutura química está representada a seguir:



Na estrutura da oleína, são encontrados grupos funcionais característicos da função orgânica

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

04. (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:

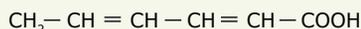
- A) RCHO
- B) RCOOH
- C) RCH₂OH
- D) RCOOCH₃

06. (UEMA-2015) 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 CH₃CH₂CH₂COOH.

O composto químico identificado, no texto, é classificado como

- A) cetona.
- B) aldeído.
- C) ácido carboxílico.
- D) éster.
- E) éter.

06. (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:

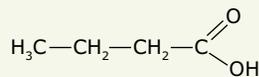
O ácido sórbico, segundo as regras oficiais da IUPAC, tem o nome de _____ e apresenta o grupo funcional _____, numa cadeia _____.

- ácido 1,3-hexadienoico (ácido hexa-1,3-dienoico); hidroxila; homogênea, alifática e saturada
- ácido hexanoico; carboxila; heterogênea, alifática e insaturada
- ácido 2,4-hexadienoico (ácido hexa-2,4-dienoico); hidroxila; heterogênea, alifática e saturada
- ácido 2,4-hexadienoico (ácido hexa-2,4-dienoico); carboxila; homogênea, alifática e insaturada
- ácido 1,3-hexadienoico (ácido hexa-1,3-dienoico); carbonila; homogênea, alifática e saturada

07. (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:

- São citados os nomes de duas substâncias compostas.
- O ácido butanoico é representado pela fórmula estrutural

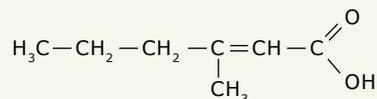


- O bicarbonato de sódio neutraliza a substância que rancifica a manteiga.
- Esterificação é o nome da reação entre o ácido butanoico e o bicarbonato de sódio.

Estão corretas

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

08. (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:



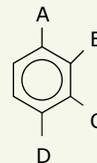
São feitas as seguintes afirmações:

- Os desodorantes existentes no mercado contêm antissépticos que matam as bactérias.
- Os desodorantes possuem substâncias básicas que reagem com os ácidos formando sais inodoros.
- Os desodorantes contêm substâncias perfumadas que neutralizam (mascaram) os odores desagradáveis.
- 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.

- Todas são verdadeiras.
- Apenas uma delas é verdadeira.
- Apenas I e III são verdadeiras.
- Apenas três delas são verdadeiras.
- Todas estão incorretas.

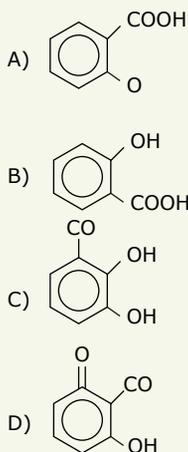
09. (UEPG-PR-2016) Considerando a estrutura a seguir, assinale o que for correto.



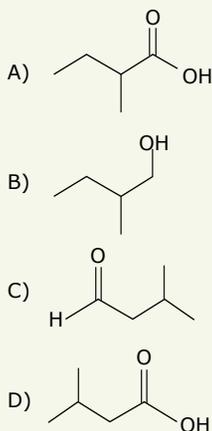
- Se A = OH, B = H, C = H, D = H, tem-se um composto chamado ácido benzoico.
- Se A = CHO, B = H, C = H, D = H, tem-se um composto chamado benzaldeído.
- Se A = H, B = H, C = COOH, D = OH, tem-se um composto chamado ácido *o*-hidroxibenzoico.
- Se A = H, B = CH₃, C = H, D = CH₃, tem-se um composto chamado *m*-dimetilbenzeno.
- Se A = CH₃, B = H, C = H, D = CH₃, tem-se um composto chamado *o*-dimetilbenzeno.

Soma ()

10. (UECE–2017) 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, $C_7H_6O_3$), usado na fabricação do ácido acetil-salicílico (fármaco que possui propriedades analgésicas, anti-inflamatórias e antitérmicas), possui a seguinte fórmula estrutural:



11. (UERJ–2019) O acúmulo do ácido 3-metilbutanoico no organismo humano pode gerar transtornos à saúde. A fórmula estrutural desse ácido é representada por:



12. (Unesp –2018) De acordo com a Instrução Normativa nº 6, de 03 de abril de 2012, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o produto denominado “Fermentado Acético de Álcool”, conhecido como “Vinagre de Álcool”, deve ser obtido pela fermentação acética de mistura hidroalcoólica originada exclusivamente do álcool etílico potável de origem agrícola. Esse vinagre deve ter, no mínimo, 4,00 g de ácido acético/100 mL e, no máximo, 1,0% (v/v) de álcool etílico, a 20 °C.

- A) Escreva as fórmulas estruturais do álcool etílico e do ácido acético.
- B) Calcule o volume máximo de álcool, em mL, e a quantidade mínima de ácido acético, em mol, que podem estar presentes em 1,0 L de vinagre de álcool.

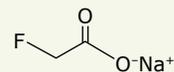
SEÇÃO ENEM

01. (Enem–2018) 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-hidroxi-dec-2-noico, enquanto as abelhas-operárias produzem ácido 10-hidroxi-dec-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.



Monofluoracetato de sódio

Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br>>. Acesso em: 05 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.

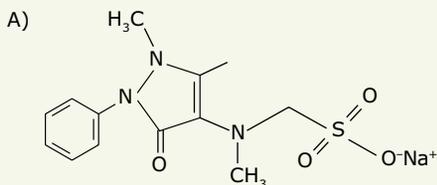
Em uma aula na faculdade de Química, o professor solicitou aos alunos que preparassem, em laboratório, o componente ativo do remédio utilizado no tratamento da dengue.

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.

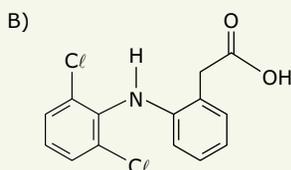
Para isso, as instruções foram:

- 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.

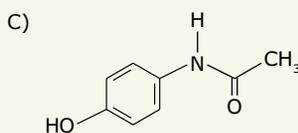
Diante disso, os alunos que fizeram a opção correta procuraram, com a ajuda de professores, em livros e na Internet, os métodos para sintetizar o(a)



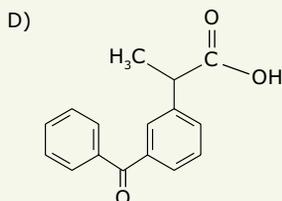
Novalgina®



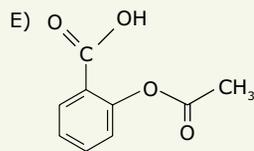
Voltaren®



Paracetamol®



Profenid®



Aspirina®

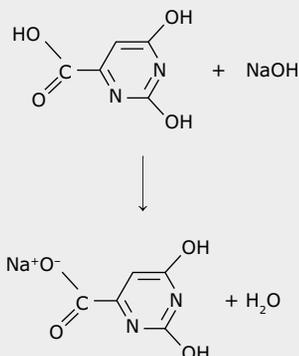
GABARITO

Meu aproveitamento 

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

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



08. D

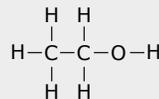
Propostos

Acertei _____ Errei _____

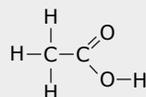
01. D 07. B
 02. D 08. A
 03. B 09. Soma = 14
 04. D 10. B
 05. B 11. D
 06. D

12.

- A) Álcool etílico:



Ácido acético:



- B) Volume máximo de álcool: 10 mL.
 Quantidade mínima de ácido acético: 0,66 mol.

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

01. A 02. D 03. C



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %