

Leis das Reações Químicas e Teoria Atômica Clássica

Você alguma vez já se questionou sobre sua origem? Sim.

As perguntas mais naturais que surgem quando pensamos nesse assunto são as seguintes:

- De onde venho?
- Por que estou aqui?
- Para onde irei?
- Quem me originou? E para quê?
- De que sou feito?

É da natureza humana fazer tais questionamentos. As religiões procuram explicar as quatro primeiras perguntas. Já a ciência tenta explicar a última: de que somos feitos?

A resposta a essa pergunta se encontra em uma parte da Química que se chama constituição da matéria ou estrutura da matéria, que passaremos a estudar agora.

MODELOS

Em ciência, um modelo é uma representação criada pelo homem, que procura retratar um fato ou um fenômeno.

Por exemplo, se uma pessoa lhe entregar uma caixa fechada, com um objeto dentro e lhe perguntar qual é esse objeto, o que você faria? Provavelmente, você agitaria a caixa para perceber o som produzido e a partir dele descreveria o objeto, seu formato, o tipo de material de que é feito, etc. Você acabou de criar um modelo que tenta retratar o que acontece.

Os modelos não são fixos. Com o passar do tempo, a ciência descobre novos fatos que irão completá-los, aperfeiçoá-los ou derrubá-los e, assim, criam-se novos modelos que expliquem com maior clareza tais fatos. Passaremos agora a estudar alguns modelos atômicos que tentam elucidar como é e como se comporta um átomo.

MODELOS ATÔMICOS PRIMITIVOS

O filósofo grego Demócrito (460-370 a.C.) acreditava que, se um pedaço de metal fosse dividido em partes cada vez menores, acabaria chegando, no fim, a uma partícula microscópica que não poderia ser mais dividida, mas que ainda apresentaria as propriedades do metal. Essa partícula seria o "átomo", que em grego significa "indivisível".

Demócrito utilizou sua teoria atômica para explicar as propriedades físicas das substâncias. Para a maioria dos filósofos da época, a ideia de átomos era completamente absurda. Como poderia existir algo indivisível se, macroscopicamente, os materiais parecem contínuos?

Para alguns filósofos, entretanto, a ideia de átomos fazia sentido. Um deles foi Epicuro (341-271 a.C.), que fundou uma escola em Atenas. Esse filósofo era um mestre de grande renome e tinha muitos discípulos. A teoria atômica de Demócrito era parte de sua doutrina filosófica.

Platão (428-348 a.C.) e Aristóteles (384-322 a.C.) foram contra essa hipótese atômica e suas ideias prevaleceram durante séculos. Galileu Galilei (1564-1642) explicou o aparecimento de uma nova substância após uma reação química como sendo decorrente do rearranjo de partes muito pequenas para serem vistas.

Robert Boyle (1627-1691) orientou seu trabalho sobre gases e outros aspectos da Química naquilo que chamou de sua "filosofia corpuscular". Boyle estudou o ar e se perguntou por que era possível comprimi-lo, fazendo com que ocupasse menos espaço. Ele justificou esse comportamento afirmando que o ar era composto de partículas minúsculas que deixavam grandes quantidades de espaços vazios entre elas. Comprimir o gás faria com que as unidades estruturais se aproximassem, diminuindo, assim, tais espaços. Por volta do século XVIII, a maior parte das correntes iluministas rejeitava ou simplesmente ignorava a teoria atômica de Demócrito.



KERSEBOOM, Johann. *Retrato de Robert Boyle*. 1689. Óleo sobre tela, 126,1 x 102,6 cm. National Portrait Gallery, Londres.

LEIS DAS REAÇÕES QUÍMICAS

Lei da Conservação da Matéria

O cientista francês Antoine Laurent Lavoisier realizou inúmeras experiências em que pesava os participantes antes e depois da reação química, e verificou que as massas permaneciam inalteradas quando tal reação ocorria em sistema fechado. Com base nesses experimentos, em 1774, enunciou a seguinte lei:

Em uma reação química, a soma das massas dos reagentes é sempre igual à soma das massas dos produtos.

Essa lei, também chamada de Lei de Lavoisier, é inclusive enunciada de modo mais amplo.

Na natureza, nada se cria e nada se perde. Tudo se transforma.



DAVID, Jacques-Louis. *Retrato de Antoine Lavoisier*. 1788. Óleo sobre tela, 259,7 x 194,6 cm. Museu Metropolitano de Arte, Nova Iorque.

Lei das Proporções Definidas

O cientista francês Joseph Louis Proust também realizou cuidadosas investigações sobre o tipo e a quantidade de elementos presentes em diversas substâncias compostas, e chegou a uma importante generalização, em 1797, que é conhecida como Lei de Proust:

Uma mesma substância composta possui sempre a mesma composição qualitativa e quantitativa, independentemente de seu histórico.

A Lei de Proust, posteriormente, foi estendida a qualquer reação química:

Em uma dada reação química, há uma relação fixa entre as massas das substâncias participantes.

Essa lei é a base do cálculo estequiométrico e da utilização de fórmulas e equações químicas tão comuns na Ciência Moderna.

Lei das Proporções Múltiplas

Depois de ter sido esclarecido que duas ou mais substâncias simples podem se combinar em proporções diferentes, originando compostos diferentes, o cientista inglês John Dalton notou que, se fosse fixada a massa de uma das substâncias, as massas das outras guardariam entre si uma relação de números inteiros e pequenos. Em 1803, esse cientista formulou a seguinte hipótese, que é também conhecida como Lei de Dalton:

Quando dois elementos distintos formam duas ou mais substâncias compostas diferentes, se a massa de um deles permanecer fixa, a do outro irá variar em uma relação de números inteiros e pequenos.

EXERCÍCIO RESOLVIDO

01. (UNIFESP) Iodo e flúor formam uma série de compostos binários que apresentam em suas análises as seguintes composições:

Composto	% massa de iodo	% massa de flúor
A	87,0	13,0
B	69,0	31,0
C	57,0	43,0

- A) Qual a conclusão que pode ser extraída desses resultados com relação às massas de flúor que se combinam com uma certa massa fixa de iodo? Demonstrar essa conclusão.
- B) É possível deduzir, usando apenas os dados fornecidos para o composto A, que sua fórmula mínima é IF? Justificar sua resposta.

Resolução:

A) Ao fixarmos a massa de iodo do composto C como referência podemos calcular as massas de flúor presente em cada um dos compostos.

- Composto A

87 g de iodo — 13 g de flúor

57 g de iodo — x

$$x = 8,5 \text{ g}$$

- Composto B

69 g de iodo — 31 g de flúor

57 g de iodo — y

$$y = 25,6 \text{ g}$$

Dessa forma, a relação entre as massas pode ser observada ao dividirmos os valores encontrados por 8,5 g.

- Composto A:

$$\frac{8,5 \text{ g}}{8,5 \text{ g}} = 1$$

- Composto B:

$$\frac{25,6 \text{ g}}{8,5 \text{ g}} = 3$$

- Composto C:

$$\frac{43 \text{ g}}{8,5 \text{ g}} = 5$$

Logo, as massas de flúor que combinam com uma massa de iodo apresentam entre si uma relação de números inteiros igual a 1 : 3 : 5.

- B) Não é possível que a fórmula química do composto A seja deduzida somente a partir dos dados fornecidos na tabela para esse composto. Para tal dedução, seria indispensável o conhecimento das massas atômicas dos elementos flúor e iodo.

MODELO ATÔMICO DE DALTON



Durante séculos, a ideia de átomos foi deixada de lado. Porém, no século XIX, o inglês John Dalton, a partir de experiências com reações químicas, retoma o modelo de Demócrito e incrementa o conceito de átomo.

Os seis postulados a seguir resumem o trabalho científico de John Dalton, denominado "Teoria Atômica", publicado em 1803.

1º Postulado: A matéria é formada por átomos indivisíveis e indestrutíveis.

Dalton relacionou a existência de substâncias simples que não podiam ser decompostas às ideias de indivisibilidade e indestrutibilidade dos átomos. Hoje em dia, apesar de a crença atomística persistir, essas ideias não mais fazem parte do modelo atômico atual.

2º Postulado: Todos os átomos de um determinado elemento são idênticos quanto às suas massas e às suas propriedades químicas.

Para o cientista, a identidade química dos átomos estava relacionada à massa. Atualmente, sabemos que átomos do mesmo elemento devem ser idênticos apenas quanto ao número atômico e quanto às propriedades químicas.

3º Postulado: Átomos de elementos diferentes possuem massas e propriedades diferentes.

Na atualidade, sabe-se que átomos de elementos diferentes, ainda que apresentem propriedades diferentes, podem ter o mesmo número de massa.

4º Postulado: Átomos de elementos diferentes se combinam em uma proporção fixa para originar determinado composto químico.

Tal postulado é, ainda hoje, aceito para a maioria dos compostos conhecidos. É bastante nítida a relação entre ele e a Lei das Proporções Definidas de Proust.

5º Postulado: Durante as reações químicas, átomos não são criados nem destruídos, mas apenas rearranjados, formando novas substâncias.

Nas transformações químicas dos materiais, realmente, não há alteração na identidade química dos átomos. Assim, podemos dizer que esse postulado também é aceito nos dias de hoje.

6º Postulado: Átomos de certo elemento químico não podem se converter em átomos de outro elemento.

Dalton baseou sua teoria atômica no comportamento da matéria durante reações químicas. Não conhecia, portanto, as reações nucleares, em que ocorre transmutação (natural ou artificial) de átomos.



ALLEN, Joseph William. *John Dalton*. Óleo sobre tela, 46 x 36 cm. Harris Manchester College, Oxford, Reino Unido.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (PUC-Campinas-SP) Em três experimentos sobre a combustão do carvão, $C_{(s)}$, foram obtidos os seguintes resultados:

Experimento	Reagentes		Produtos	
	$C_{(s)}$	$O_{2(g)}$	$CO_{2(g)}$	Sobrou sem reagir
I	12 g	32 g	44 g	---
II	18 g	48 g	66 g	---
III	24 g	70 g	88 g	6 g de oxigênio
IV	40 g	96 g	132 g	4 g de oxigênio

Os experimentos que seguem a Lei de Lavoisier são:

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

02. (UFRN) No final do século XVIII, o cientista francês Antoine-Laurent de Lavoisier, considerado o "pai da química moderna" escreveu:

Podemos afirmar, como um axioma incontestável, que, em todas as operações da arte e da natureza, nada é criado; uma quantidade igual de matéria existe antes e depois do experimento; a qualidade e a quantidade dos elementos permanecem precisamente as mesmas; e nada ocorre além de mudanças e modificações na combinação desses elementos. Desse princípio depende toda a arte de realizar experimentos químicos. Devemos sempre supor uma exata igualdade entre os elementos do corpo examinado e aqueles dos produtos de sua análise.

LAVOISIER. 1790. p. 130-131.



LAVOISIER. Disponível em: www.wikipedia.com.br. Acesso em: 6 jul. 2010.

A Lei, à qual Lavoisier faz referência no texto, constitui um fundamento essencial para se compreender e representar as reações químicas. Essa Lei é conhecida como

- A) Lei das Proporções Múltiplas.
 B) Lei da Conservação de Energia.
 C) Lei da Conservação das Massas.
 D) Lei das Proporções Volumétricas.

- 03.** (UECE–2020) Enxofre e oxigênio combinam-se produzindo os compostos dióxido de enxofre e trióxido de enxofre. Esta possibilidade é contemplada pela Lei da(s)
- Proporções Definidas.
 - Conservação da Matéria.
 - Proporções Múltiplas.
 - massas ativas.
- 04.** (UECE–2020) As Leis Ponderais são as leis experimentais que regem as reações químicas em geral. São basicamente leis que relacionam os reagentes e produtos em uma reação química. Com relação a essas leis, pode-se afirmar corretamente que
- de acordo com a Lei de Avogadro, a massa dos reagentes é igual à massa dos produtos.
 - as reações químicas: $C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO$ e $C + O_2 \rightarrow CO_2$ exemplificam a Lei de Gay-Lussac.
 - de acordo com a Lei de Dalton, na reação química $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$, tem-se que dois volumes de hidrogênio reagem com 1 volume de oxigênio, formando 2 volumes de água.
 - sempre haverá 11,1% em massa de hidrogênio e 88,9% em massa de oxigênio na composição da água, conforme a Lei de Proust.
- 05.** (UFTM-MG) Indique, para as leis ponderais, a alternativa incorreta.
- BETA**
- As massas de um elemento químico, que se combinam com uma massa fixa de um segundo elemento para formar compostos diferentes, estão entre si numa proporção de números inteiros, em geral pequenos.
 - Diferentes amostras de uma mesma substância contêm proporções idênticas dos elementos que a constituem.
 - Quando as massas de dois elementos, que reagem com a mesma massa de um terceiro elemento, reagirem entre si, elas o farão na mesma proporção das massas anteriores (ou múltiplos ou submúltiplos simples dessa relação).
 - Quando dois elementos se unem para formar um composto, a razão entre as massas que se combinam é sempre uma razão de números inteiros e pequenos.
 - A massa total de um sistema fechado não varia, qualquer que seja a reação química que aí se verifique.
- 06.** (FACISB) O modelo atômico que considera como elemento químico o conjunto de partículas maciças, indestrutíveis, de mesma massa e sem a presença de cargas elétricas é o de
- Dalton.
 - Rutherford.
 - Demócrito.
 - Bohr.
 - Thomson.
- 07.** (Unimontes-MG) A busca da simplicidade dentro da complexidade da natureza levou John Dalton a propor o seu modelo de átomo, tendo como base as razões das massas dos elementos que se combinaram para formar compostos.

A hipótese atômica que contraria o modelo proposto por Dalton é:

- Uma transformação resulta em novos átomos.
- Os átomos de um mesmo elemento são idênticos.
- Átomos diferentes apresentam massas diferentes.
- Um composto resulta da combinação de átomos.

- 08.** (UFU-MG) Podemos considerar que Dalton foi o primeiro cientista a formalizar, do ponto de vista quantitativo, a existência dos átomos.

Com base na evolução teórica e considerando os postulados de Dalton citados a seguir, marque a única alternativa considerada correta nos dias atuais.

- Os átomos de um elemento são todos idênticos.
- Uma substância elementar pode ser subdividida até se conseguirem partículas indivisíveis chamadas átomos.
- Dois ou mais átomos podem combinar-se de diferentes maneiras para formar mais de um tipo de composto.
- É impossível criar ou destruir um átomo de um elemento químico.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (UECE–2022) A primeira teoria atômica descrita por Epicuro (341 a.C.-271 a.C.) na carta a Heródoto e resgatada por Titus Lucretius Carus (94 a.C.-50 a.C.) na obra De Rerum Natura (sec. I a.C.) afirma que “alguns corpos são compostos, enquanto outros são elementos de que se compõem os corpos compostos”. Esses elementos são os átomos, indivisíveis e imutáveis. Alguns séculos depois esse postulado foi admitido por
- Robert Boyle.
 - John Dalton.
 - Antoine Lavoisier.
 - Niels Bohr.
- 02.** (UECE) Em um laboratório de química, realizou-se a combustão de 10 g de palha de aço em um recipiente aberto e, após sua queima, a massa resultante obtida foi de 10,9 g. Assinale a única opção que explica corretamente por que esse valor obtido não invalida a Lei da Conservação das Massas.
- Como, após a queima, a massa resultante deveria ser de 10 g, deve ter ocorrido um erro durante a pesagem.
 - Na combustão, o ferro reage com o oxigênio do ar, formando óxido, com 0,9 g a mais; esse acréscimo deve-se apenas à massa do oxigênio do ar que foi fixado na formação do óxido.
 - Não invalida a lei, porque a massa resultante de 10,9 g é normal, por estar dentro da margem de erro em uma pesagem, que é de 10%.
 - Como a combustão foi realizada em um recipiente aberto, impurezas contidas na atmosfera misturaram-se à massa resultante.

03. 4,0 g de cálcio adicionados a 22,0 g de bromo fornecem 20,0 g de brometo de cálcio ao lado de 6,0 g de bromo em excesso. Em uma segunda experiência, 1,6 g de cálcio são adicionados a 4,8 g de bromo. Determine

- A) a massa de brometo de cálcio obtida.
B) a massa e a natureza do reagente em excesso.

04.
OLM6



(UEFS-BA) Com objetivo de comprovar a Lei de Conservação das Massas em uma reação química – Lei de Lavoisier –, um béquer de 125,0 mL, contendo uma solução diluída de ácido sulfúrico, $H_2SO_{4(aq)}$, foi pesado juntamente com um vidro de relógio, contendo pequena quantidade de carbonato de potássio, $K_2CO_{3(s)}$, que, em seguida, foi adicionado à solução ácida. Terminada a reação, o béquer com a solução e o vidro de relógio vazio foram pesados, verificando-se que a massa final, no experimento, foi menor que a massa inicial.

Considerando-se a realização desse experimento, a conclusão correta para a diferença verificada entre as massas final e inicial é

- A) a Lei de Lavoisier não é válida para reações realizadas em soluções aquosas.
B) a Lei de Lavoisier só se aplica a sistemas que estejam nas condições normais de temperatura e de pressão.
C) a condição para a comprovação da Lei de Conservação das Massas é que o sistema em estudo esteja fechado.
D) o excesso de um dos reagentes não foi levado em consideração, inviabilizando a comprovação da Lei de Lavoisier.
E) a massa dos produtos de uma reação química só é igual à massa dos reagentes quando estes estão no mesmo estado físico.

05. (UESPI) A Teoria Atômica de Dalton pode ser expressa em quatro postulados:

1. Cada elemento é composto por partículas extremamente pequenas, denominadas átomos.
2. Os átomos de um mesmo elemento são idênticos entre si; os átomos de elementos diferentes têm propriedades diferentes.
3. Nas reações químicas, os átomos de um elemento não se transformam em outros tipos de átomos; nestas reações, não há nem criação nem destruição de átomos.
4. Os compostos se formam quando átomos de dois ou mais elementos se combinam; um certo composto tem sempre a mesma espécie de átomos e o mesmo número relativo de átomos.

A partir destes postulados, Dalton deduziu a chamada

- A) Lei da Conservação da Massa.
B) Lei da Composição Constante.
C) Lei das Proporções Múltiplas.
D) Lei das Decomposições Radioativas.
E) Lei da Quantização da Energia.

06.
827U



(UEFS-BA) J. Dalton, 1766-1844, foi um cientista que se destacou nos campos experimental e teórico da Química. Estudiosos da História da Química acreditam que ele previu a Lei das Proporções Múltiplas, em 1803, com base na teoria atômica que elaborou. Segundo Dalton, se a massa fixa de uma substância química A se combina com massas diferentes de uma substância química B, as massas de B apresentam uma relação de números inteiros e pequenos.

Dalton também explicou com base na teoria atômica a Lei da Conservação de Massa, de Lavoisier, e a Lei das Proporções Constantes, de Proust. A tabela apresenta as massas de oxigênio, $O_{2(g)}$, que se combinam com as de nitrogênio, $N_{2(g)}$, na formação de três óxidos desse elemento químico.

Experiência	Massa de nitrogênio (g)	Massa de oxigênio (g)	Massa de óxido formado (g)
I	28	48	76
II	28	64	92
III	28	80	108

De acordo com essas informações e a partir da análise dos dados da tabela, é correto afirmar que a

- A) percentagem de nitrogênio no óxido formado em II é igual à de nitrogênio no óxido formado em I.
B) composição em massa do óxido de nitrogênio formado em III é de 2,0 g de nitrogênio para 4,0 g de oxigênio.
C) composição centesimal do óxido formado em I varia com as massas de nitrogênio e de oxigênio que se combinam.
D) relação entre as massas de oxigênio que se combinam com uma massa fixa de nitrogênio são, respectivamente, 3 : 4 : 5.
E) reação de 28,0 g de $N_{2(g)}$ com 80,0 g de $O_{2(g)}$, na experiência III realizada em um recipiente aberto, está de acordo com a Lei da Conservação de Massa, de Lavoisier.

07.
QSDH



(UFF-RJ) Desde a Antiguidade, diversos povos obtiveram metais, vidro, tecidos, bebidas alcoólicas, sabões, perfumes, ligas metálicas; descobriram elementos e sintetizaram substâncias que passaram a ser usadas como medicamentos. No século XVIII, a Química, a exemplo da Física, torna-se uma ciência exata. Lavoisier iniciou na Química o método científico, estudando os porquês e as causas dos fenômenos. Assim, descobriu que as transformações químicas e físicas ocorrem com a conservação da matéria. Outras leis químicas também foram propostas e, entre elas, as ponderais, ainda válidas.

Com base nas leis ponderais, pode-se afirmar que, segundo

- I. a Lei da Conservação das Massas (Lavoisier), 1,0 g de ferro, ao ser oxidado pelo oxigênio, produz 1,0 g de óxido férrico;
- II. a Lei da Conservação das Massas, ao se usar 16,0 g de oxigênio molecular para reagir completamente com 40,0 g de cálcio, são produzidas 56 g de óxido de cálcio;
- III. a Lei das Proporções Definidas, se 1,0 g de ferro reage com 0,29 g de oxigênio para formar o composto óxido ferroso, 2,0 g de ferro reagirão com 0,87 g de oxigênio, produzindo o mesmo composto;
- IV. a Lei das Proporções Múltiplas, dois mols de ferro reagem com dois mols de oxigênio para formar óxido ferroso; logo, dois mols de ferro reagirão com três mols de oxigênio para formar óxido férrico.

Assinale a alternativa correta.

- A) As afirmativas I e II estão corretas.
B) A afirmativa II está correta.
C) As afirmativas II e III estão corretas.
D) As afirmativas II e IV estão corretas.
E) A afirmativa III está correta.

08. (UFSJ-MG) Considere as seguintes reações químicas, ocorrendo em recipientes abertos:

- I. Adição de sódio metálico à água.
- II. Enferrujamento de um prego.
- III. Adição de bicarbonato de sódio em vinagre.
- IV. Queima de álcool etílico.

Se essas reações ocorrerem sobre um prato de uma balança, a única reação em que a massa final medida na balança será maior que a inicial é a de número:

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

SEÇÃO ENEM

01. A técnica de datação com carbono-14 consiste na determinação da proporção ^{14}C (carbono radioativo) / ^{12}C (carbono não radioativo) existente no material orgânico analisado. Quanto menor for essa relação, maior é a idade do objeto, pois, com o passar do tempo, apenas o carbono-14 sofre uma transformação que pode ser representada pela seguinte equação:

carbono-14 \rightarrow nitrogênio-14 + partícula beta

Sob o olhar de Dalton, a técnica de datação com carbono-14 é impossível, pois a transformação que ocorre com o passar do tempo

- A) corresponde a um rearranjo atômico.
- B) respeita a Lei de Proust.
- C) ratifica a Lei das Proporções Constantes.
- D) preserva o número de massa da matéria.
- E) altera a identidade dos átomos.

02. Parece-me provável que Deus, no início, formou a matéria em partículas sólidas, maciças, duras, impenetráveis e móveis, de tamanhos e formatos tais, e com tais outras propriedades, e em tal proporção, de modo a melhor conduzi-las à finalidade para a qual Ele as formou; e que essas partículas primitivas, sendo sólidas, são incomparavelmente mais duras do que quaisquer corpos porosos compostos por elas. São tão duras que nunca se desgastariam ou se quebrariam. Nenhum poder comum seria capaz de dividir o que o próprio Deus fez Um, na primeira criação.

Isaac Newton.

Dalton interpretou o corpuscularismo newtoniano de maneira bastante peculiar. Aquilo que Newton apresentou como hipótese, na leitura de Dalton, transformou-se em clara demonstração.

VIANA, Hélio Elael Bonini. *A construção da Teoria Atômica de Dalton como estudo de caso* – e algumas reflexões para o ensino de Química. São Paulo, 2007. [Fragmento]

Após vários estudos sobre o comportamento dos gases e das Leis Ponderais, Dalton propõe um modelo de estrutura da matéria. Algumas concepções newtonianas podem ser identificadas no seguinte postulado de Dalton:

- A) A matéria é constituída por átomos que não podem ser decompostos, ou seja, são indestrutíveis e maciços.
- B) Todos os átomos do mesmo elemento são idênticos e apresentam a mesma massa e forma.
- C) Os compostos são formados por um número fixo de átomos de seus elementos constituintes.
- D) Se existir mais de um composto formado por dois elementos diferentes, os números dos átomos de cada elemento nos compostos guardam entre si uma razão de números inteiros.
- E) As interações entre átomos de hidrogênio e oxigênio para formar água ocorrem na razão de um para um, obedecendo assim à chamada "regra da máxima simplicidade".

SEÇÃO FUVEST/UNICAMP/UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

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

Propostos

Acertei _____ Errei _____

01. B
02. B
03.
 - A) 6,0 g
 - B) 0,4 g de cálcio
04. C
05. C
06. D
07. D
08. D

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| <input type="radio"/> 01. E | <input type="radio"/> 02. A |
|-----------------------------|-----------------------------|



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Os Sistemas Químicos e suas Transformações

INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA QUÍMICA



Química? O quê? Por quê? Para quê?

A Química é uma ciência que está diretamente ligada à nossa vida cotidiana. A produção do pão, a digestão dos alimentos, os medicamentos, os combustíveis, as tintas, o cimento, a borracha de seu tênis, os tecidos de seu vestuário, a atmosfera de Marte, a natureza animada e inanimada e até a vida e a morte são processos que estão ligados direta ou indiretamente ao grande universo químico. É isso aí! A Química está em todos os momentos do seu dia e sem ela não teríamos o conforto da sociedade moderna, pois a civilização que não a dominasse continuaria no Período Pré-Histórico.

Ela é tão importante que a ONU chegou a propor que o enquadramento de um país no bloco dos países desenvolvidos ou subdesenvolvidos dependeria da diversidade e do desenvolvimento de sua indústria de transformação de matéria, a Indústria Química.

Você quer ver como sem ela nós não viveríamos? Neste exato momento, o ato de ler só é possível porque inúmeras substâncias químicas de seu cérebro estão atuando transmitindo as respostas sensorio-motoras. Vamos descobrir o mundo interessante, misterioso e mágico que é a Química.

CONCEITOS



Matéria

A Química está particularmente interessada nos fenômenos químicos, e o seu objeto de estudo é a transformação da matéria.

Matéria é todo sistema que possui massa e ocupa lugar no espaço.

Alguns exemplos de matéria são vidro, madeira, borracha, ar, etc. Quanto à energia térmica, esta não possui massa nem ocupa lugar no espaço; então, ela não pode ser considerada matéria. A definição de matéria é muito ampla. Para facilitar o estudo, analisamos uma parte ou porção limitada que denominamos **corpo**. Caso esse corpo possua uma finalidade para o homem, ele também será denominado **objeto**.

Exemplos: cadeira de madeira, mesa de vidro, chinelo de borracha, etc.

Assim, papel é matéria, e caderno de papel é um corpo e também um objeto.

A matéria é formada por substâncias (na maioria das vezes, constituídas por moléculas), e estas, pelas unidades fundamentais, que são os átomos. Existem materiais diferentes, pois as substâncias que os formam são diferentes. Isso só é possível porque existem 118 tipos de elementos químicos conhecidos atualmente, cujos átomos podem combinar-se, unir-se, para formar infinitos tipos de substâncias.

Sistema

A Química é uma ciência experimental. Para fazer experiências com um determinado material, o químico precisa isolar uma porção desse material do resto do universo.

Sistema é uma parte do universo considerada como um todo para efeito de estudo.

Os sistemas são classificados em dois tipos:

A) Sistema homogêneo:

É todo sistema que

- apresenta as mesmas propriedades em qualquer parte de sua extensão examinada;
- apresenta um aspecto uniforme em toda a sua extensão, mesmo quando examinado com aparelhos ópticos.

Exemplos:



Água



Água + Álcool



Água + Sal dissolvido

Estocphoto

B) Sistema heterogêneo:

É todo sistema que

- não apresenta as mesmas propriedades em qualquer parte de sua extensão;
- não apresenta aspecto uniforme em toda a sua extensão quando examinado (com ou sem aparelhos ópticos).

Exemplos:

Óleo + Água + Areia



Gelo + Água

Fases

Todo sistema heterogêneo é constituído de várias porções que, separadamente, são homogêneas.

Fases são as diferentes partes homogêneas que constituem um sistema heterogêneo.

Pela definição de fase, conclui-se que

- todo sistema homogêneo é monofásico, isto é, constituído de única fase;
- todo sistema heterogêneo é polifásico, isto é, constituído de duas ou mais fases. De acordo com o número de fases, os sistemas heterogêneos podem ser bifásicos, trifásicos, tetrafásicos, etc.

O termo "sistema monofásico" é usado como sinônimo de sistema homogêneo, e o termo "sistema polifásico" é usado como sinônimo de sistema heterogêneo.

OBSERVAÇÕES

1. Todo sistema constituído apenas de gases em equilíbrio é monofásico, não há exceção.

Exemplo: O ar atmosférico isento de partículas em suspensão é uma mistura gasosa, portanto, um sistema homogêneo ou monofásico.

Os principais componentes do ar são:

- Nitrogênio (78% em volume)
- Oxigênio (21% em volume)
- Argônio (menos de 1% em volume)

2. Os sistemas formados por dois ou mais sólidos são polifásicos ou heterogêneos.

Exemplos:

- Granito { Quartzo (sólido)
Feldspato (sólido)
Mica (sólido)

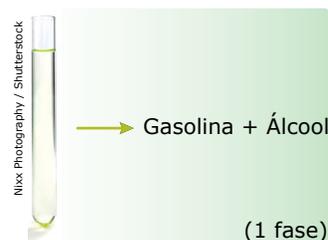
O granito constitui um sistema heterogêneo ou polifásico, no caso particular, trifásico (fase quartzo + fase feldspato + fase mica).

- Pólvora { Carvão (sólido)
Enxofre (sólido)
Salitre (sólido)

A pólvora constitui um sistema heterogêneo ou polifásico, no caso particular, trifásico (fase carvão + fase enxofre + fase salitre).

Não há como preparar um sistema homogêneo partindo de materiais sólidos. As ligas metálicas são misturas homogêneas de metais que primeiramente são fundidos e, depois, misturados para formar solução sólida.

3. No caso de sistema formado por líquidos, só é possível fazer algum tipo de previsão quando se conhece a polaridade dos líquidos.

Exemplos:

Fases de três sistemas diferentes.

ELEMENTOS E SUBSTÂNCIAS

Representação das substâncias

As substâncias químicas são representadas por fórmulas. A mais comum é a fórmula molecular, que indica quais os elementos químicos e quantos átomos desses elementos existem em um aglomerado de átomos. No caso da água, temos H_2O , em que H e O são os elementos hidrogênio e oxigênio, respectivamente. Os números subscritos às letras são os índices, que indicam a existência de 2 átomos de hidrogênio e 1 de oxigênio em uma molécula de água.

OBSERVAÇÕES

1. O índice 1 é ocultado nas fórmulas das substâncias.
2. Quando uma substância sofre um fenômeno químico, dizemos que houve uma reação química formando novas substâncias. A reação química é representada por uma equação química.

Exemplo: A queima do álcool comum:



Tipos de substâncias

Podemos classificar as substâncias de acordo com o número de elementos químicos encontrados em sua fórmula ou pelo seu grau de pureza.

A) Quanto ao número de elementos químicos:

- Substância simples ou elementar – Formada por um único elemento químico.

Exemplos: O_2 , O_3 , H_2 , He, $C_{grafita}$, $C_{diamante}$, $S_{rômbico}$, $S_{monoclinico}$, P_{branco} , $P_{vermelho}$, etc.

- Substância composta ou composto químico – Formada por mais de um elemento químico. Possui composição definida de acordo com a Lei de Proust.

Exemplos: H_2O , $C_6H_{12}O_6$, $NaCl$, $AlCl_3$, etc.

B) Quanto ao grau de pureza:

- Substância pura – Só possui um tipo de aglomerado de átomos, ou seja, não existe outra substância presente no recipiente que a contém.

Exemplo: Água tridestilada.

- Mistura – Reunião de duas ou mais substâncias em um mesmo recipiente sem a alteração das características individuais destas, pois, se isso ocorrer, teremos uma reação química, e não uma mistura. As misturas, muitas vezes, são formadas por mais de um elemento químico, assim como as substâncias compostas, mas diferem delas por não possuírem composição definida.

Exemplos: Ar, água de chuva, água do mar, gasolina, gás de cozinha, etc.

A maioria dos materiais é encontrada na natureza em forma de misturas; por isso, iremos estudá-las um pouco mais a fundo.

A) Mistura homogênea:

Possui uma única fase, um só aspecto.

Exemplos: Água e álcool comum; água e sal dissolvido.

As misturas homogêneas são formadas por um solvente e por um ou mais solutos. O solvente é a substância que dissolve e está em maior quantidade na mistura. O soluto é a substância que será dissolvida e está em menor quantidade na mistura.

Exemplos:

Água e sal $\left\{ \begin{array}{l} \text{Solvente: água} \\ \text{Soluto: sal} \end{array} \right.$

Álcool hidratado: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Solvente: álcool} \\ \text{Soluto: água} \end{array} \right.$
(96% álcool e 4% H_2O)

B) Mistura heterogênea:

Possui mais de uma fase, mais de um aspecto.

Exemplo: Mistura de água, areia e óleo (trifásico).

OBSERVAÇÕES

1. Um sistema com mais de três fases é denominado polifásico.
2. Quando uma substância está mudando de estado físico, temos um sistema heterogêneo, e não uma mistura heterogênea, pois, nesse sistema, existe apenas uma substância.

Exemplo: Gelo e água líquida é um sistema bifásico, pois, nessa amostra, só existe a substância água.

3. Água e óleo se misturam? Sim. Formam uma mistura heterogênea, porém não se dissolvem. Não confunda dissolver com misturar.

Algumas misturas importantes e seus principais componentes:

Mistura	Principais componentes
Ar	Nitrogênio e oxigênio
Água do mar	Água, cloreto de sódio e outros sais
Vinagre	Água e ácido acético
Álcool hidratado	Etanol (96%) e água (4%)
Gás de bujão (GLP)	Propano e butano
Gasolina	Hidrocarbonetos (compostos de C e H) com 5 a 10 carbonos
Querosene	Hidrocarbonetos com 10 a 16 carbonos
Granito	Quartzo, feldspato e mica
Pólvora	Salitre, carvão e enxofre
Ouro 18 quilates	75% ouro; 12,5% cobre e 12,5% de prata

OBSERVAÇÃO

O ouro 100% é de 24 quilates, por convenção.

TRANSFORMAÇÕES DOS MATERIAIS



A Ciência Moderna estuda três tipos de fenômenos:

Fenômenos físicos

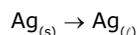
Transformações físicas que não alteram a estrutura interna da matéria, isto é, não mudam a identidade química das substâncias nem dos átomos.

Exemplos:

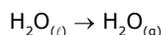
- O choque entre duas bolas de bilhar.
- Dissolução de sacarose em água:



- Fusão da prata:



- Evaporação das águas oceânicas:

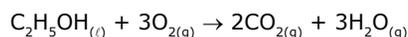


Fenômenos químicos

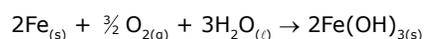
São fenômenos que mudam a identidade química das substâncias, mas a identidade dos átomos se conserva.

Exemplos:

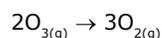
- Queima do etanol:



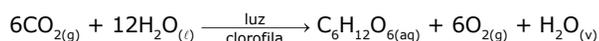
- Ferrugem:



- Destruição do ozônio estratosférico:



- Fotossíntese:



Fenômenos nucleares

São fenômenos em que nem mesmo átomos se conservam, isto é, os átomos mudam a sua identidade química (transmutação).

Exemplos:

- Decaimento alfa: $^{210}\text{Po} \rightarrow ^{206}\text{Pb} + \alpha$
- Decaimento beta: $^{137}\text{Cs} \rightarrow ^{137}\text{Ba} + \beta$
- Fusão nuclear: $^2\text{H} + ^3\text{H} \rightarrow ^4\text{He} + n$

OBSERVAÇÃO

Os fenômenos biológicos são fenômenos físicos ou químicos que ocorrem nos seres vivos.

PROPRIEDADES GERAIS DA MATÉRIA



Todo sistema apresenta propriedades que nos permitem classificá-lo como sistema material (matéria) ou como sistema não material.

As propriedades que nos permitem classificar um sistema como sistema material são denominadas propriedades gerais da matéria. Ou seja, são propriedades que todos os sistemas materiais – corpos – apresentam. Essas propriedades são: massa, extensão, impenetrabilidade, compressibilidade, elasticidade, divisibilidade e inércia.

Massa

Massa é a quantidade de matéria que forma um corpo.

Extensão

A extensão corresponde ao espaço ocupado, ao volume ou à dimensão de um corpo.

Impenetrabilidade

A impenetrabilidade corresponde à impossibilidade de dois corpos, ao mesmo tempo, ocuparem o mesmo lugar no espaço.

Compressibilidade

Compressibilidade é a capacidade de reduzir o volume de um corpo quando submetido a uma compressão.

Elasticidade

Elasticidade é a capacidade que os corpos sólidos apresentam de retornarem à sua forma inicial quando deixa de atuar sobre eles uma força que promove deformação (distorção).

Divisibilidade

Divisibilidade é a qualidade que os corpos apresentam de poderem ser divididos em porções cada vez menores sem alterarem a sua constituição.

Inércia

Inércia é a capacidade que um corpo apresenta de não poder, por si só, modificar a sua condição de movimento ou de repouso.

PROPRIEDADES ESPECÍFICAS DA MATÉRIA



As propriedades que nos permitem distinguir uma espécie de matéria de outra são denominadas propriedades específicas da matéria. As propriedades específicas podem ser propriedades físicas, químicas ou organolépticas.

Propriedades físicas

São propriedades que caracterizam individualmente uma substância sem que haja alteração da composição dessa substância.

Exemplos: Temperatura de fusão, temperatura de ebulição, densidade, solubilidade, calor específico, etc.

Propriedades químicas

São propriedades que caracterizam individualmente uma substância por meio da alteração da composição dessa substância.

Exemplos: Decomposição térmica do carbonato de cálcio, originando gás carbônico e óxido de cálcio; oxidação do ferro, originando a ferrugem, etc.

Propriedades organolépticas

São propriedades que impressionam um dos cinco sentidos (olfato, visão, tato, audição e paladar).

Exemplos: Cor, sabor, odor, brilho, etc.

PROPRIEDADES FUNCIONAIS DA MATÉRIA



As propriedades que nos permitem agrupar substâncias por apresentarem propriedades químicas semelhantes são denominadas propriedades funcionais da matéria.

Exemplos:

- Ácidos de Arrhenius são substâncias que, em contato com metais alcalinos e alcalinoterrosos, produzem sais e gás hidrogênio.
- Os compostos fenólicos são neutralizados por bases fortes, produzindo fenolatos e água.

PROPRIEDADES EXTENSIVAS DA MATÉRIA



As propriedades que dependem das dimensões (tamanho ou extensão) dos corpos são denominadas extensivas.

Exemplos: Massa e volume – duas amostras de um mesmo material de tamanhos diferentes apresentam massas e volumes diferentes. Outros exemplos de propriedades extensivas: quantidade de matéria em mols, área superficial, energia térmica, energia interna, entalpia, entropia, energia livre de Gibbs e corrente elétrica.

PROPRIEDADES INTENSIVAS DA MATÉRIA



As propriedades que não dependem das dimensões (tamanho ou extensão) dos corpos são denominadas intensivas.

Exemplo: Temperatura – duas amostras de tamanhos diferentes podem apresentar a mesma temperatura. Outros exemplos de propriedades intensivas: pressão, pontos de fusão e de ebulição, concentração (mol.L^{-1}) e viscosidade. Algumas propriedades intensivas são derivadas (obtidas) de outras grandezas extensivas, por exemplo, a densidade. Por definição, densidade é a razão entre a massa de uma amostra e o volume ocupado por ela. Matematicamente, essa definição é expressa por:

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

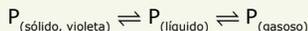
Como é possível duas propriedades extensivas, massa e volume, originarem uma propriedade intensiva, a densidade?

Quando dobramos a massa de uma amostra, dobramos também o volume dessa amostra e, portanto, a razão $\frac{m}{V}$ permanece a mesma, independentemente dos valores individuais de massa e de volume.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (UFRGS-RS) Na temperatura de 595 °C e na pressão de 43,1 atm, o fósforo apresenta o seguinte equilíbrio:



Esse sistema apresenta

- A) 1 componente e 2 fases.
- B) 1 componente e 3 fases.
- C) 3 componentes e 1 fase.
- D) 3 componentes e 2 fases.
- E) 3 componentes e 3 fases.

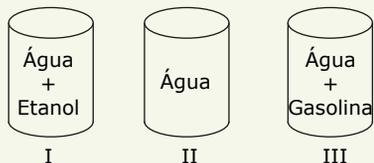
02. (PUC RS) Responda à questão numerando corretamente a coluna da direita, que contém exemplos de sistemas, de acordo com a da esquerda, que apresenta a classificação deles.

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| 1. Elemento químico | () Fluoreto de sódio |
| 2. Substância simples | () Gás oxigênio |
| 3. Substância composta | () Água do mar filtrada |
| 4. Mistura homogênea | () Limonada com gelo |
| 5. Mistura heterogênea | |

A alternativa que contém a sequência correta dos números da coluna da direita, de cima para baixo, é:

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

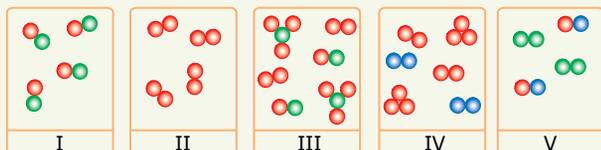
03. (UFLA-MG) Considere os sistemas a seguir.



Os sistemas I, II e III correspondem, respectivamente, a

- A) mistura heterogênea, substância composta, mistura heterogênea.
- B) mistura homogênea, substância simples, mistura heterogênea.
- C) mistura homogênea, substância simples, mistura homogênea.
- D) mistura homogênea, substância composta, mistura heterogênea.

04. Os itens a seguir são relativos a este esquema em que estão representados cinco sistemas (I a V), formados por moléculas constituídas por três tipos de átomo (A, B e C) representados por ●, ● e ●, respectivamente.



- A) Qual(is) desse(s) sistema(s) é(são) substância(s) pura(s)?
- B) Qual(is) desse(s) sistema(s) é(são) mistura(s)?
- C) Qual(is) desse(s) sistema(s) é(são) substância(s) simples?
- D) Qual(is) desse(s) sistema(s) é(são) substância(s) composta(s)?
- E) Qual o número de componentes de cada sistema?
- F) Qual o número de elementos que entram na composição de cada sistema?

05. (UFU-MG) Analise os processos a seguir. Marque aquele que não representa uma transformação química.

- A) Oxidação de ferramenta.
- B) Queimada da floresta.
- C) Evaporação do álcool.
- D) Digestão de sanduíche.

06. (UESPI) "Era uma triste imagem: um carro velho queimando gasolina (1) e poluindo o ambiente. A lataria toda amassada (2) e enferrujada (3). A água do radiador fervendo (4). Para tristeza de João, o dono do carro, estava na hora de aposentar aquela lata-velha a que ele tanto tinha afeição." Observa-se neste pequeno texto que (1), (2), (3) e (4), são, respectivamente, fenômenos

- A) químico, físico, físico e físico.
- B) químico, físico, químico e físico.
- C) físico, químico, químico e físico.
- D) físico, químico, físico e químico.
- E) físico, químico, químico e químico.

07. (UPE-2022) Juan sempre foi curioso pela natureza e pelo mundo que o cerca. Durante a aula de Química, na qual a professora falava sobre fenômenos físicos e químicos, lembrou-se da festa de Aninha e percebeu que os momentos mais interessantes do evento, descritos a seguir, estavam relacionados com a aula.

- I. A risada de Aninha, quando notou que o cisne de gelo estava ficando cada vez menor em cima da mesa dos frios.
- II. O acidente na mesa de Roberto, quando a mãe dele jogou um guardanapo em cima do arranjo de velas.
- III. A alegria de todos, quando tio Antônio jogou, na piscina, uma pedrinha de algo que chamou de sódio metálico, o qual correu para todos os lados, brilhando até sumir.
- IV. O susto que a avó de Aninha tomou, quando o vento bateu forte e derrubou dois vasos de plantas que estavam sobre a mesa do bolo, quebrando-se.
- V. A raiva de Carlos, quando perdeu o jogo de bingo, rasgando o papel da cartela em muitos pedaços.

Dos fenômenos rememorados por Juan, quais foram reconhecidos por ele como fenômenos químicos?

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

08. (UNIFESP) Considere as seguintes propriedades dos materiais: massa, volume, dureza, densidade, cor, transparência, permeabilidade, temperatura de fusão e condutividade elétrica.
- A) Quais dessas propriedades são consideradas propriedades gerais dos materiais? Justifique sua resposta.
- B) Quais dessas propriedades devem, necessariamente, ser levadas em consideração para a escolha de um material a ser utilizado na confecção de painéis?

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (UEPG-PR-2021) Com base nas afirmações apresentadas a seguir, assinale o que for correto.



- I. O $\text{NH}_4\text{Cl}_{(s)}$ sofre decomposição em $\text{NH}_{3(g)}$ e $\text{HCl}_{(g)}$.
- II. O $\text{CaCO}_{3(s)}$ sofre decomposição em $\text{CaO}_{(s)}$ e $\text{CO}_{2(g)}$.
- III. O $\text{HCl}_{(g)}$ sofre decomposição em $\text{Cl}_{2(g)}$ e $\text{H}_{2(g)}$.

01. A NH_3 é uma substância simples.
02. O NH_4Cl é uma substância composta.
04. O CaCO_3 é uma substância composta.
08. Os produtos de decomposição no item III são substâncias simples.

Soma ()

02. (UEL-PR) Um rapaz pediu sua namorada em casamento, presenteando-a com uma aliança de ouro 18 quilates. Para comemorar, sabendo que o álcool é prejudicial à saúde, eles brindaram com água gaseificada com gelo, ao ar livre. Os sistemas: ouro 18 quilates, água gaseificada com gelo e ar atmosférico são, respectivamente,



- A) substância heterogênea, mistura heterogênea e mistura homogênea.
- B) mistura heterogênea, mistura homogênea e substância homogênea.
- C) substância homogênea, mistura heterogênea e mistura homogênea.
- D) mistura homogênea, mistura heterogênea e mistura homogênea.
- E) mistura heterogênea, substância homogênea e substância heterogênea.

03. (PUC RS) Em geral, os materiais não são feitos de elementos puros, nem são substâncias simples. Sobre misturas e substâncias, é correto afirmar que



- A) os componentes de uma substância não podem ser separados por processos físicos.
- B) as propriedades de uma mistura não estão relacionadas com as propriedades dos seus componentes.
- C) as misturas são sistemas heterogêneos e as substâncias são sistemas homogêneos.
- D) a composição de uma substância é variável.

04. (Unimontes-MG) O ouro denominado branco, usado em confecção de joias, contém dois elementos: ouro e paládio. Duas amostras distintas de ouro branco diferem em relação às quantidades de ouro e paládio que contêm.

Sabendo-se que ambas apresentam composição uniforme, pode-se afirmar corretamente que o ouro branco é

- A) um material heterogêneo.
- B) uma solução sólida.
- C) uma substância composta.
- D) uma mistura heterogênea.

05. (UNICAP-PE-2019) Marque com V ou F, conforme sejam verdadeiras ou falsas as afirmativas.

- () Para uma verificação sobre a pureza de uma substância sólida conhecida, os pontos de fusão e a densidade não são propriedades recomendadas.
- () Areia, raspa de cobre, água, álcool e óleo, todos juntos em um recipiente formam uma mistura de 4 fases.
- () A mistura de dois ou mais sólidos sempre será heterogênea, mesmo que ela se apresente visualmente uniforme.
- () O número de fases não é obrigatoriamente igual ao número de componentes de uma mistura.
- () Uma substância pura sempre constituirá um sistema monofásico.

06. (UFRJ) Uma festa de aniversário foi decorada com dois tipos de balões. Diferentes componentes gasosos foram usados para encher cada tipo de balão. As figuras observadas representam as substâncias presentes no interior de cada balão.



Balão I



Balão II

- A) Indique quantos elementos diferentes e quantas substâncias simples diferentes existem nos balões.
- B) Classifique o tipo de sistema de cada balão quanto à homogeneidade.

07. MAZH



(CEFET-MG) Para iniciar o preparo de um bolo de maçã, uma dona de casa **acendeu a chama de um forno** a gás, usando fósforos. Em seguida, descascou e cortou as maçãs, acrescentando-as à mistura da massa já preparada, levando-a para o forno pré-aquecido. Com o passar do tempo, **o volume do bolo expandiu devido ao fermento adicionado** e, após o período de cozimento, a dona de casa retirou o bolo para servir um lanche que seria acompanhado de sorvete. Ao abrir a geladeira, verificou que o mesmo **estava derretendo**. Após o lanche, recolheu as sobras das maçãs, **em processo de escurecimento**, para descartá-las.

As seqüências destacadas correspondem, respectivamente, a fenômenos

- A) químico, físico, físico e físico.
- B) físico, físico, químico e químico.
- C) físico, químico, químico e físico.
- D) químico, químico, físico e químico.

08. (UFT-TO) No nosso dia a dia, convivemos com vários processos que são denominados de fenômenos físicos e fenômenos químicos. Fenômenos físicos são aqueles em que ocorrem mudanças de fase da matéria sem alterar sua composição química. Já os fenômenos químicos são aqueles que ocorrem com alteração da composição química das substâncias. Qual das alternativas a seguir contém somente fenômenos químicos?

- A) Formação da ferrugem, apodrecimento de uma fruta, queima da palha de aço, fotossíntese pelas plantas.
- B) Queima da pólvora, evaporação da água, combustão da gasolina, formação de gelo.
- C) Secagem da roupa no varal, metabolismo do alimento em nosso organismo, centrifugação de sangue.
- D) Combustão do etanol, destilação do petróleo, explosão de fogos de artifício, fusão do sal de cozinha.
- E) Formação de geada, secagem de roupas, formação de nuvens, derretimento do gelo.

SEÇÃO ENEM

01. (Enem) Algumas práticas agrícolas fazem uso de queimadas, apesar de produzirem grandes efeitos negativos. Por exemplo, quando ocorre a queima de palha de cana-de-açúcar, utilizada na produção de etanol, há emissão de poluentes como CO_2 , SO_x , NO_x e materiais particulados (MP) para a atmosfera. Assim, a produção de biocombustíveis pode, muitas vezes, ser acompanhada da emissão de vários poluentes.

CARDOSO, A. A.; MACHADO, C. M. D.; PEREIRA, E. A. Biocombustível: o mito do combustível limpo. *Química Nova na Escola*, n. 28, maio 2008 (Adaptação).

Considerando a obtenção e o consumo desse combustível, há transformação química quando

- A) o etanol é armazenado em tanques de aço inoxidável.
- B) a palha de cana-de-açúcar é exposta ao Sol para secagem.
- C) a palha da cana e o etanol são usados como fonte de energia.
- D) os poluentes SO_x , NO_x e MP são mantidos intactos e dispersos na atmosfera.
- E) os materiais particulados (MP) são espalhados no ar e sofrem deposição seca.

02. O nitrato de potássio (KNO_3), isto é, o salitre, é utilizado empiricamente desde a Idade Média, talvez até desde Roma. Em 1891, o biólogo M. Polenski mostrou que, na carne, bactérias o transformam em nitrito (NO_2^-). Em 1929, observou-se que os nitritos inibem o desenvolvimento de bactérias. A descrição hoje está completa: a salgação, com o emprego do salitre, é um procedimento de conservação eficaz, porque os íons nitrato (NO_3^-) do salitre são transformados em íons nitrito, que matam as bactérias.

THIS, Hervé. *Um cientista na cozinha*. São Paulo: Ática, 2012. [Fragmento]

O salitre é um(a)

- A) sistema puro heterogêneo.
- B) mistura heterogênea.
- C) mistura de elementos.
- D) sistema trifásico.
- E) composto químico.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. B
- 02. A
- 03. D
- 04.
 - A) I e II.
 - B) III, IV e V.
 - C) II.
 - D) I.
 - E) I) 1; II) 1; III) 3; IV) 3; V) 2.
 - F) I) 2; II) 1; III) 2; IV) 2; V) 3.
- 05. C
- 06. B
- 07. C
- 08.
 - A) Das propriedades citadas no enunciado da questão são gerais (comuns a todo e qualquer material): massa e volume.
 - B) Propriedades que devem, necessariamente, ser levadas em consideração para a escolha de um material a ser utilizado na confecção de painéis, entre outras: temperatura de fusão, permeabilidade e dureza.

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. Soma = 14
- 02. D
- 03. A
- 06.
 - A) Balão I: 1 elemento e 1 substância simples. Balão II: 4 elementos e 2 substâncias simples. Total de elementos diferentes: 5. Total de substâncias simples: 3.
 - B) Balão I: sistema homogêneo. Balão II: sistema homogêneo.
- 07. D
- 08. A
- 04. B
- 05. F V V V F

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. E



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Reações Nucleares I

O ÁTOMO

Como sabemos, o átomo é a unidade fundamental da matéria. Ele se divide em duas regiões, uma central, na qual está concentrada praticamente toda a sua massa e toda a sua carga positiva, denominada núcleo, e uma região periférica, na qual se concentra sua carga negativa, denominada eletrosfera. As partículas que formam o núcleo – os prótons e os nêutrons – são denominadas núcleons. As partículas que se encontram distribuídas pela eletrosfera são os elétrons.

O total de núcleons em um núcleo atômico é denominado número de massa (A).

REAÇÕES NUCLEARES

As reações nucleares são fenômenos em que ocorre a alteração da constituição dos núcleos. Tais reações acontecem quando há uma alteração no número de prótons ou no número de nêutrons de um núcleo atômico.

Quando a reação nuclear ocorre com a alteração do número de prótons do núcleo, ela é denominada transmutação.

Exemplo:



Em um processo de transmutação, a identidade do elemento é alterada, ou seja, um elemento químico se converte em outro elemento. No exemplo anterior, átomos do elemento zinco são convertidos em átomos do elemento cobre.

Alguns processos nucleares ocorrem sem que haja a alteração do número de prótons do núcleo, como a emissão de nêutrons.

Exemplo:



No processo anterior, o nuclídeo selênio-91 emite um nêutron sem que haja alteração do número de prótons, transformando-se em outro nuclídeo do mesmo elemento químico, o selênio-90.

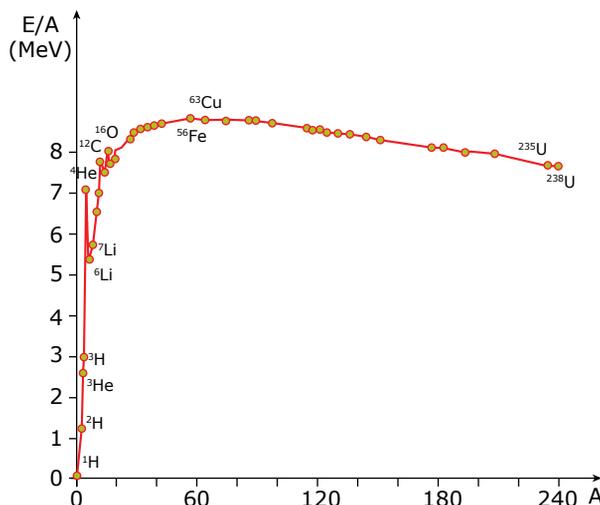
Existem três tipos de reações nucleares:

- **Radioatividade:** Atividade apresentada por alguns núcleos instáveis em que há emissão ou absorção de partículas (prótons, nêutrons, partículas alfa, partículas beta, pósitrons, elétrons, neutrinos e antineutrinos) com emissão de energia eletromagnética (radiação), buscando a sua estabilização.
- **Fissão nuclear:** Ruptura de núcleos atômicos, originando núcleos menores.
- **Fusão nuclear:** Junção de núcleos atômicos, originando núcleos maiores.

ESTABILIDADE NUCLEAR

A estabilidade nuclear de um nuclídeo está associada à sua energia de ligação nucleônica. Quanto maior for a energia de ligação, menor será a energia armazenada no núcleo e, conseqüentemente, maior será a estabilidade do nuclídeo.

O gráfico a seguir representa a energia de ligação por núcleon (E/A) em função do número de núcleons (A).



Tendência da estabilidade nuclear de alguns elementos químicos.

O níquel-62 é o nuclídeo com maior energia de ligação entre todos os nuclídeos conhecidos.

Os nuclídeos próximos ao ferro-56 e ao níquel-62 são muito estáveis, pois seus núcleons estão fortemente ligados. Os nuclídeos com número de massa muito elevado tornam-se mais estáveis quando sofrem fissão nuclear. Já os nuclídeos com baixo número de massa tornam-se mais estáveis quando sofrem fusão nuclear.

A estabilidade nuclear depende diretamente da relação entre o número de nêutrons e o número de prótons.

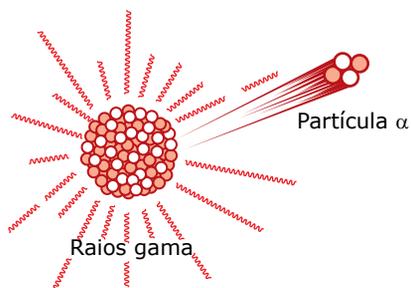
$\frac{n}{p}$ entre 1 e 1,5	Estabilidade. Exceto o ^1_1H , todos os núcleos estáveis contêm pelo menos um nêutron. À medida que o número de prótons do núcleo aumenta, o número de nêutrons por próton também aumenta.
$\frac{n}{p} > 1,5$ ($n > p$)	Instabilidade. Tendência de emissão de partículas $^0_{-1}\beta$ ou 1_0n quando possuem muitos nêutrons em relação ao número de prótons.
$\frac{n}{p} < 1$ ($p > n$)	Instabilidade. Emissão de pósitrons ($^0_{+1}\beta$) ou captura K (captura de um elétron da camada K da eletrosfera e emissão de raios X).

Relação entre o número de nêutrons e de prótons e a estabilidade nuclear.

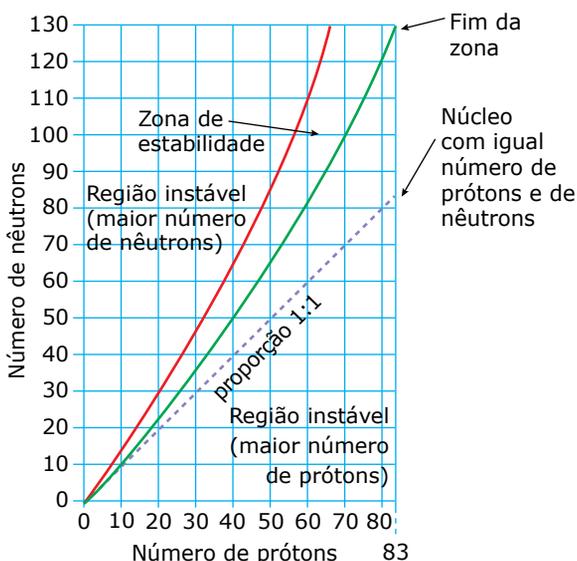
Exemplos:

1. Desintegração beta: $^{133}_{54}\text{Xe} \rightarrow ^{133}_{55}\text{Cs} + ^0_{-1}\beta$
2. Emissão de nêutrons: $^{90}_{36}\text{Kr} \rightarrow ^{89}_{36}\text{Kr} + ^1_0n$
3. Emissão de pósitron: $^{105}_{48}\text{Cd} \rightarrow ^{105}_{47}\text{Ag} + ^0_{+1}\beta$
4. Captura K: $^{127}_{54}\text{Xe} + e^- \rightarrow ^{127}_{53}\text{I}$

Em alguns casos, o número de prótons e de nêutrons é tão alto que a força de ligação nuclear não é suficiente para mantê-los unidos. Nesses casos, ocorre emissão alfa para diminuir tanto o número de nêutrons como o de prótons.



Representação de um nuclídeo instável emitindo partícula alfa e raios gama.



Relação do número de prótons e de nêutrons com a estabilidade.

RADIOATIVIDADE

A radioatividade é um fenômeno nuclear, isto é, deve-se unicamente à emissão de partículas e radiações pelo núcleo atômico, em um processo que ocorre com a finalidade de atingir a estabilidade nuclear.

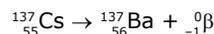
Transmutação

Ocorre transmutação quando os átomos sofrem transformações em seus núcleos, originando átomos de um novo elemento.

Transmutação natural

Ocorre com a emissão espontânea de partículas por parte do núcleo.

Exemplo:



Transmutação artificial

É provocada por bombardeamentos de núcleos com partículas subatômicas. As principais partículas utilizadas são partículas alfa, prótons e dêutrons.

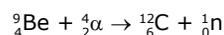
Atualmente, essas reações são feitas, em geral, nos aceleradores de partículas de alta energia, como o ciclotron, o síncroton e o acelerador linear.

Seguem algumas transmutações artificiais importantes e seus respectivos pesquisadores.

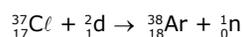
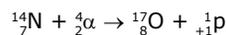
1. Ernest Rutherford (1919): Descoberta do próton.



2. James Chadwick (1932): Descoberta do nêutron.



Em equações de transmutação, é fundamental a igualdade algébrica entre os índices que representam o número de massa e o número atômico.

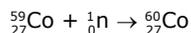


Átomos radioativos artificiais

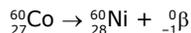
Átomos estáveis podem ser transformados em radioativos artificialmente.

Exemplo:

Formação do isótopo radioativo $^{60}_{27}\text{Co}$ a partir do $^{59}_{27}\text{Co}$ natural e não radioativo pelo bombardeamento com nêutrons lentos.



A radiação do $^{60}_{27}\text{Co}$ consiste em partículas β e raios γ .



O $^{60}_{27}\text{Co}$ é utilizado no tratamento de várias formas de câncer (Bomba de Cobalto).

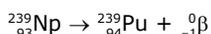
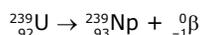
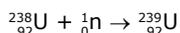
Elementos artificiais

São divididos em cisurânicos e transurânicos.

Os elementos **cisurânicos** são elementos artificiais com número atômico inferior a 92 (urânio). São quatro: promécio, tecnécio, frâncio e astato.

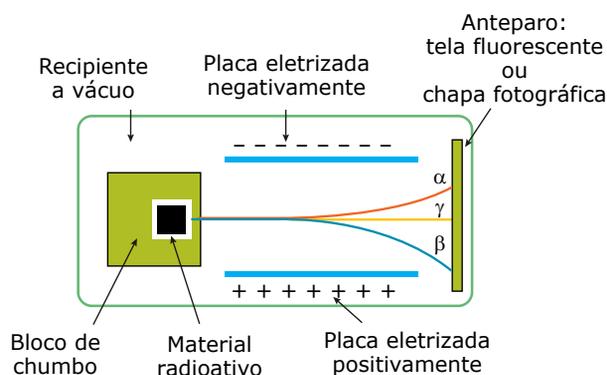
Os elementos **transurânicos** são elementos artificiais com número atômico superior a 92 (urânio). Até o presente momento, já foi comunicada a obtenção artificial de vinte e seis elementos transurânicos.

Os primeiros elementos transurânicos preparados pelo homem foram o netúnio e o plutônio, obtidos pelo bombardeamento de $^{238}_{92}\text{U}$ por nêutrons lentos.



Natureza das emissões

Existem três tipos de emissões, as quais são denominadas α , β e γ . Estas podem ser separadas por um campo elétrico.



Natureza das emissões α , β e γ .

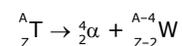
O campo elétrico produzido pelas placas desvia a trajetória das emissões. Observe que as partículas α sofrem um desvio bem menor se comparado com o desvio sofrido pelas partículas β .

Partículas α

São partículas constituídas de 2 prótons e 2 nêutrons (conjunto igual ao núcleo do átomo de hélio), emitidas pelo núcleo radioativo.



Lei de Soddy: Quando um elemento radioativo emite uma partícula α , ele origina um novo elemento com número atômico 2 unidades menor e número de massa 4 unidades menor.

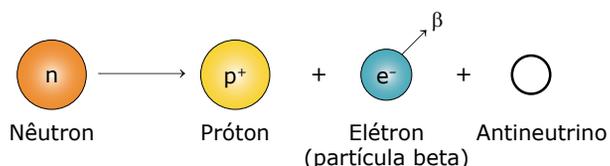


Observe que houve mudança do número atômico do átomo, logo, haverá mudança de elemento químico, denominada reação de transmutação.

Partículas β

Cada partícula β é um elétron emitido em alta velocidade pelo núcleo radioativo.

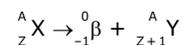
Admite-se que a partícula β (elétron) deve ser formada pela desintegração de um nêutron.



Esse elétron é imediatamente expulso pelo núcleo e recebe a denominação de partícula β .

O neutrino é uma partícula de carga nula e massa desprezível, já que possui uma massa 20 vezes menor do que a massa do elétron.

Lei de Soddy-Fajans-Russel: Quando um elemento radioativo emite uma partícula β , seu número atômico aumenta uma unidade, e o seu número de massa não se altera.



Radiações γ

São radiações eletromagnéticas cujos comprimentos de onda variam de 0,5 a 0,005 Å.

As emissões de partículas α e β são normalmente acompanhadas de emissão de radiação γ .

Equações de desintegração

Nas equações de desintegração, tem-se:

A) Partículas alfa com índices $\Rightarrow {}_{+2}^4\alpha$

B) Partículas beta com índices $\Rightarrow {}_{-1}^0\beta$

C) A soma dos índices superiores ou inferiores do 1º membro é igual à do 2º membro.

Exemplos:



Radiações ionizantes

As partículas alfa e beta e a radiação gama emitidas por núcleos de átomos radioativos são denominadas, respectivamente, radiações corpusculares e eletromagnéticas. Essas radiações são ionizantes, ou seja, interagem com as espécies (átomos ou moléculas) que encontram em sua trajetória transformando-as em íons. Quando essas radiações retiram elétrons das espécies que encontram na sua trajetória elas geram cátions e quando as partículas beta são capturadas por essas espécies são gerados ânions.

O poder de ionização relativo das radiações nucleares é:

Partícula alfa > partícula beta > radiação gama

As partículas alfa apresentam maior poder de ionização dentre as radiações nucleares, pois elas correspondem a cátions bivalentes de hélio e ao colidirem contra espécies eletricamente neutras exercem uma interação atrativa muito intensa pelos elétrons destas.

As partículas beta correspondem a elétrons emitidos por núcleos radioativos, apresentando uma carga elétrica duas vezes menor e uma massa, aproximadamente, 8 000 vezes menor do que as partículas alfa. Dessa forma essas partículas exercerão repulsão de baixa intensidade em relação aos elétrons das espécies eletricamente neutras que colidem e possuem baixa energia cinética no ato da colisão, o que dificulta a formação de cátions. Como a energia cinética dessas partículas é, relativamente, baixa ao se aproximarem das nuvens eletrônicas das partículas que encontram em sua trajetória, geralmente são desaceleradas e não conseguem fazer parte da nuvem eletrônica, gerando ânions.

As radiações gama são ondas eletromagnéticas que podem ser absorvidas por elétrons dos átomos que se encontram em sua trajetória. Quando isso ocorre os elétrons são promovidos a níveis energéticos mais externos, podendo sair do domínio atrativo do núcleo e, conseqüentemente, gerando ânions.

Características das radiações ionizantes

Propriedades	Alfa ${}_{+2}^4\alpha$	Beta ${}_{-1}^0\beta$	Gama ${}^0\gamma$
Velocidade	A velocidade média é de 5 a 10% da velocidade da luz.	A velocidade média é de 90% da velocidade da luz.	A velocidade média é igual à velocidade da luz, ou seja, 300 000 km.s ⁻¹ .
Poder de penetração	Pequeno. Não atravessam uma camada de ar de 7 cm, uma folha de papel ou uma chapa de alumínio com 0,06 mm de espessura.	Possuem um poder de penetração de 50 a 100 vezes maior que as partículas alfa. São detidas por uma chapa de chumbo de 2 mm.	Altíssimo. São mais penetrantes que os raios X, por possuírem pequenos comprimentos de onda. Não conseguem atravessar uma chapa de chumbo com 5 cm de espessura ou uma placa de aço com 20 cm de espessura.
Efeitos fisiológicos	Pequenos. Na maioria das vezes, são detidas pelas camadas de células mortas da pele. Podem causar queimaduras.	Médios. Penetram até 2 cm no corpo humano.	Altos. Atravessam completamente o organismo, podendo provocar vários tipos de câncer e até mutações gênicas.

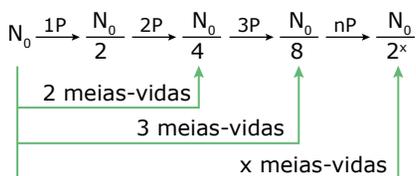
Cinética das emissões radioativas

Leis de desintegração radioativa

Não é possível prever com exatidão a duração de um núcleo radioativo, pois ele poderá permanecer sem se desintegrar durante segundos, dias ou até séculos. Contudo, existem cálculos estatísticos capazes de fornecer uma expectativa do tempo de vida de um núcleo radioativo.

Período de semidesintegração ou meia-vida

É o tempo necessário para que a metade dos átomos presentes em uma amostra se desintegre.



Decorridas x meias-vidas, o número final de átomos (N) em uma amostra radioativa será

$$N = \frac{N_0}{2^x}$$

em que

- $N = n$. final de átomos em uma amostra radioativa.
- $N_0 = n$. inicial de átomos em uma amostra radioativa.
- $x = n$. de meias-vidas.

Nessa expressão, N e N_0 podem também representar a massa final (m) e a massa inicial (m_0) de uma amostra radioativa.

Assim,

$$m = \frac{m_0}{2^x}$$

O tempo (t) correspondente a x meias-vidas é dado por

$$t = x \cdot P$$

em que

$P =$ tempo correspondente a uma meia-vida.

OBSERVAÇÕES

1. A temperatura não interfere na velocidade dos processos radioativos, ou seja, não altera os fenômenos nucleares.
2. A meia-vida, ou período de semidesintegração de um elemento, não depende do número de átomos ou da massa inicial da amostra.
3. A atividade radioativa de uma amostra diminui ao decorrer do tempo porque o número de desintegrações diminui.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM

01. (FGV-SP) O uso do radioisótopo rutênio-106 (^{106}Ru) vem sendo estudado por médicos da Universidade Federal de São Paulo, no tratamento de câncer oftalmológico. Esse radioisótopo emite radiação que inibe o crescimento das células tumorais. O produto de decaimento radiativo do rutênio-106 é o ródio-106 (^{106}Rh).

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rb/v40n2/08.pdf> (Adaptação).

A partícula emitida no decaimento do rutênio-106 é

- A) Beta menos, β^- .
- B) Beta mais, β^+ .
- C) Alfa, α .
- D) Gama, γ .
- E) Próton, p .

02.
7ZR9

(UEMA) Leia o texto que se refere ao acidente causado por uma reação nuclear que caracteriza o fenômeno da radioatividade:

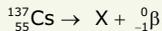
Um estudo publicado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) concluiu que o acidente nuclear na usina japonesa de Fukushima, causado por um *tsunami* em 2011, oferece apenas riscos baixos para a população em geral, tanto no Japão quanto nos países vizinhos. No entanto, para quem vivia em regiões muito próximas à usina, o risco estimado para alguns tipos de câncer é maior. Nas áreas que realmente foram contaminadas, o risco é alto, mas ele já reduz drasticamente mesmo em outros pontos do município de Fukushima. O relatório da OMS destaca a necessidade de monitoramento de saúde em longo prazo para quem tem alto risco, assim como a provisão de controle médico e serviços de apoio, completou Maria Neira, diretora de saúde pública e meio ambiente da OMS. A organização destacou ainda que é preciso oferecer suporte psicossocial às populações afetadas pelo acidente.

Disponível em: www.g1.globo.com.br. Acesso em: 12 jul. 2013.

A radioatividade é a capacidade que os átomos de determinados elementos químicos apresentam de emitir espontaneamente energia sob a forma de partículas ou de radiação eletromagnéticas. Em uma reação nuclear, há

- A) participação somente de elétrons da última camada do átomo.
- B) dependência da pressão e temperatura na velocidade do processo.
- C) identificação da estabilidade do núcleo atômico por meio do número de prótons.
- D) decomposição radioativa de núcleos e formação de novos núcleos mais estáveis.
- E) modificação e formação de substâncias, ocorrendo apenas um reagrupamento de átomos.

03. (PUC-Campinas-SP) O isótopo do elemento césio de número de massa 137 sofre decaimento segundo a equação:



O número atômico do isótopo que X representa é igual a:

- A) 54 C) 57 E) 138
 B) 56 D) 136

04. (CMMG) A compreensão das propriedades da interação das radiações com a matéria é importante para: operar os equipamentos de detecção, conhecer e controlar os riscos biológicos sujeitos à radiação, além de possibilitar a interpretação correta dos resultados dos radioensaios.

- I. As partículas gama possuem alto poder de penetração, podendo causar danos irreparáveis ao ser humano.
- II. As partículas alfa são leves, com carga elétrica negativa e massa desprezível.
- III. As partículas gama são radiações eletromagnéticas semelhantes aos raios X, não possuem carga elétrica nem massa.
- IV. As partículas alfa são partículas pesadas de carga elétrica positiva que, ao incidirem sobre o corpo humano, geralmente causam queimaduras de 3º grau.
- V. As partículas beta são mais penetrantes e menos energéticas que as partículas alfa.

Das afirmações feitas em relação às partículas radioativas, estão corretas

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

05. (ACAFE-SC) Logo após o *tsunami* ocorrido em março de 2011 no Japão, houve vazamento de radiação em um reator nuclear localizado no complexo nuclear de Fukushima, ao norte de Tóquio. O porta-voz da agência nuclear do governo japonês informou que havia prioridade em conter problemas nos reservatórios dos reatores 3 e 4, já que o reator 3 utilizava uma mistura combustível de plutônio e urânio.

Disponível em: <http://br.noticias.yahoo.com/s/reuters>. Acesso em: 14 mar. 2011 (Adaptação).

Sobre o tópico radioatividade e considerando o enunciado, analise as afirmações a seguir:

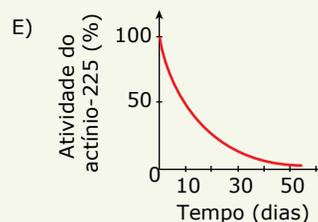
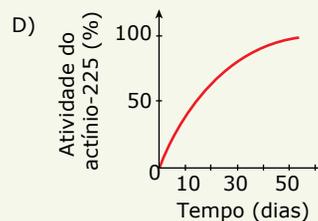
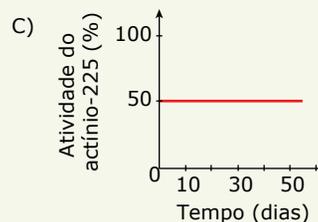
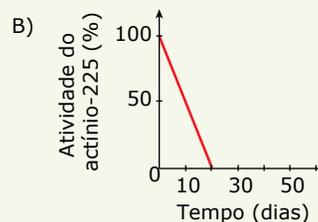
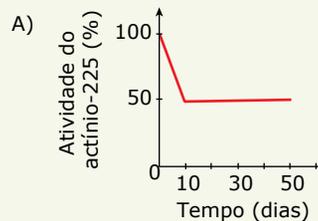
- I. Partículas beta possuem carga elétrica positiva.
- II. Os elementos químicos plutônio e urânio estão situados no sétimo período da Tabela Periódica.
- III. A radioatividade envolve liberação de radiação de alta frequência, emitida por núcleos atômicos.
- IV. Radiações gama possuem baixo poder de penetração nos materiais.
- V. Partículas alfa apresentam alto poder de ionização.

Todas as afirmações corretas estão em:

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

06. (Fatec-SP) O actínio-225 é obtido artificialmente e tem tempo de meia-vida igual a 10 dias. Isso significa que, a cada 10 dias, a quantidade dessa espécie radioativa em uma amostra cai à metade. Sendo assim, nanobombas contendo uma quantidade x de actínio-225, após 10 dias, passam a conter uma quantidade x/2, após mais 10 dias, passa a conter x/4 e assim por diante.

Entre os gráficos representados a seguir, o que mostra a variação da atividade radioativa do actínio-225 em função do tempo, está na alternativa



07. (OMQ–2020) Muitos fenômenos na natureza apresentam comportamentos matemáticos descritos por funções exponenciais. Na pandemia de covid-19 (coronavírus) essas funções foram usadas para descrever o crescimento do número de pessoas infectadas na população. Na química nuclear, a descrição de processos de decaimentos radiativos envolve decaimentos exponenciais, em que é correto afirmar que:

- A) o tempo de meia-vida é o tempo necessário para que todos os átomos radioativos presentes em uma amostra desintegram-se.
- B) o tempo de meia-vida é o tempo necessário para que metade dos átomos radioativos presentes em uma amostra desintegram-se.
- C) o tempo de meia-vida depende do número de átomos radioativos presentes na amostra.
- D) o tempo de meia-vida é o mesmo para todo e qualquer núcleo radioativo.

08. (UEPA) Uma explosão na usina nuclear de Fukushima no Japão, devido a um *tsunami*, evidenciou o fenômeno da radiação que alguns elementos químicos possuem e à qual, acidentalmente, podemos ser expostos. Especialistas informaram que céscio-137 foi lançado na atmosfera.

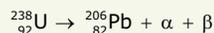
Sabendo-se que o céscio-137 tem tempo de meia vida de 30 anos, depois de 90 anos, em uma amostra de 1,2 g de céscio-137 na atmosfera, restam

- A) 0,10 g.
- B) 0,15 g.
- C) 0,25 g.
- D) 0,30 g.
- E) 0,35 g.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (Mackenzie-SP) O urânio-238, após uma série de emissões nucleares de partículas alfa e beta, transforma-se no elemento químico chumbo-206 que não mais se desintegra, pelo fato de possuir um núcleo estável. Dessa forma, é fornecida a equação global que representa o decaimento radioativo ocorrido.

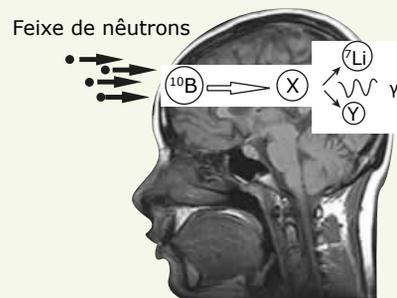


Assim, analisando a equação anterior, é correto afirmar-se que foram emitidas

- A) 8 partículas α e 6 partículas β .
- B) 7 partículas α e 7 partículas β .
- C) 6 partículas α e 8 partículas β .
- D) 5 partículas α e 9 partículas β .
- E) 4 partículas α e 10 partículas β .

02. (FGV-SP) A Medicina tem desenvolvido diversos tratamentos para pacientes com câncer de cérebro. Em um deles, o paciente ingere o composto borofenilalanina. Essa molécula que contém o isótopo boro-10 tem afinidade pelas células cerebrais. Após a ingestão, o paciente é submetido a um feixe de nêutrons. Cada isótopo de boro-10 captura um nêutron e forma um isótopo instável que se fissiona em duas espécies menores e emite ainda radiação gama. Dessa maneira, a célula tumoral é atingida pela energia das emissões do processo de fissão e é destruída.

Disponível em: www.nipe.unicamp.br/enumas/admin/resources/uploads/robertovicente_hasolucao.pdf (Adaptação).



Disponível em: <http://www.lbcc.edu/AlliedHealth/mri/> (Adaptação).

O isótopo instável, representado por X, e a espécie emitida na fissão, representada por Y, são, respectivamente,

- A) boro-11 e ${}^4\text{He}$.
- B) boro-11 e ${}^2\text{H}$.
- C) boro-9 e ${}^2\text{He}$.
- D) berílio-9 e ${}^4\text{He}$.
- E) berílio-9 e ${}^2\text{H}$.

03. (EBMSP) Movimentos como “Outubro Rosa” estimulam a associação entre empresas e profissionais de saúde com o objetivo de alertar a população sobre a prevenção e o tratamento do câncer de mama, causa mais frequente de morte por câncer em mulheres. Um dos tratamentos do câncer utiliza radioisótopos que emitem radiações de alta energia, como a gama, ${}^0_{-0}\gamma$, eficientes na destruição de células cancerosas que são mais susceptíveis à radiação, por se reproduzirem rapidamente. Entretanto é impossível evitar danos às células saudáveis durante a terapia, o que ocasiona efeitos colaterais como fadiga, náusea, perda de cabelos, entre outros. A fonte de radiação é projetada para o uso das radiações gama, já que as radiações alfa, ${}^4_2\alpha$, e beta, ${}^0_{-1}\beta$, são menos penetrantes nos tecidos e nas células. Um dos radionúcleos usados na radioterapia é o cobalto, ${}^{60}_{27}\text{Co}$.

Com base nas informações e nos conhecimentos sobre radioatividade,

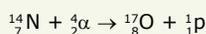
- A) apresente um argumento que justifique o maior poder penetrante das radiações gama em relação às radiações alfa e beta.
- B) represente, por meio de uma equação nuclear, o decaimento radioativo do cobalto 60 com a emissão de uma partícula beta, indicando o símbolo, o número atômico e o número de massa do elemento químico obtido após emissão da partícula.

04. (Mackenzie-SP) A irradiação é uma técnica eficiente na conservação e esterilização dos alimentos, pois reduz as perdas naturais causadas por processos fisiológicos (brotamento e maturação), além de eliminar ou reduzir micro-organismos, parasitas e pragas, sem causar qualquer prejuízo ao alimento. Assim, cebolas, batatas e morangos são submetidos à irradiação, utilizando-se como fonte isótopos radioativos, emissores de radiação gama do elemento químico cobalto-60, que destroem bactérias e fungos responsáveis pela deterioração desses alimentos.

O cobalto ($^{60}_{27}\text{Co}$) pode também sofrer transmutação para manganês ($^{55}_{25}\text{Mn}$), que por sua vez se transforma em átomos de ferro ($^{56}_{26}\text{Fe}$). Assinale a alternativa que contenha, respectivamente, a sequência de partículas emitidas durante essa transmutação.

- A) γ e β .
- B) α e β .
- C) β e α .
- D) γ e α .
- E) α e γ .

05. (UFLA-MG) Reação nuclear é um termo que abrange todas as transformações nucleares, da emissão natural de partículas α ou β ou até os processos de fissão e fusão. Se um núcleo se transforma em outro núcleo, como na reação



pode-se dizer que houve uma transmutação. Assinale a alternativa que apresenta os elementos corretamente nas reações I, II e III, respectivamente.

I	$^{14}_7\text{N} + ^1_0\text{n} \rightarrow$
II	$^{209}_{83}\text{Bi} + ^4_2\alpha \rightarrow$
III	$^{231}_{91}\text{Pa} + ^0_{-1}\beta \rightarrow$

- A) I: $^{15}_7\text{N}$; II: $^{212}_{84}\text{Po} + ^1_1\text{p}$; III: $^{231}_{90}\text{Pa}$.
- B) I: $^{14}_6\text{C} + ^1_1\text{p}$; II: $^{205}_{81}\text{Ti}$; III: $^{231}_{90}\text{Th}$.
- C) I: $^{14}_6\text{C} + ^1_1\text{p}$; II: $^{213}_{85}\text{At}$; III: $^{231}_{90}\text{Th}$.
- D) I: $^{15}_7\text{N}$; II: $^{213}_{85}\text{At}$; III: $^{231}_{90}\text{Pa}$.

06. (FGV-2021) Os radioisótopos samário-153 e iodo-131 decaem por emissão de partículas beta ($^0_{-1}\beta$) e são indicados para tratamento de tumores. Duas amostras de preparações farmacêuticas contendo, cada uma delas, um desses radioisótopos apresentaram no início do monitoramento a mesma atividade: 200 mBq. Passados quatro dias, a amostra com samário-153 apresentou atividade igual a 50 mBq, enquanto a amostra com iodo-131 só apresentou esse valor de atividade no décimo sexto dia após o início do monitoramento.

O produto de decaimento do samário-153 é o _____, e o tempo de meia-vida do iodo-131 corresponde a _____ tempo de meia-vida do samário-153.

Dados:

Sm	Z = 62
I	Z = 53

61 Pm promécio	62 Sm samário 150	63 Eu europio 152
----------------------	----------------------------	----------------------------

As lacunas são preenchidas por:

- A) európio-153; quatro vezes o.
- B) európio-153; um quarto do.
- C) samário-154; um quarto do.
- D) samário-154; quatro vezes o.
- E) promécio-153; quatro vezes o.



07. (UERJ) Uma das consequências do acidente nuclear ocorrido no Japão em março de 2011 foi o vazamento de isótopos radioativos que podem aumentar a incidência de certos tumores glandulares. Para minimizar essa probabilidade, foram prescritas pastilhas de iodeto de potássio à população mais atingida pela radiação.

A meia-vida é o parâmetro que indica o tempo necessário para que a massa de uma certa quantidade de radioisótopos se reduza à metade de seu valor.

Considere uma amostra de $^{133}_{53}\text{I}$, produzido no acidente nuclear, com massa igual a 2 g e meia-vida de 20 h.

Após 100 horas, a massa dessa amostra, em miligramas, será cerca de:

- A) 62,5
- B) 125
- C) 250
- D) 500



08. (UFPA) Uma das consequências do tsunami ocorrido no Japão foi a contaminação radioativa, como mostra o trecho retirado de uma notícia da época.

Na segunda-feira foram detectados índices de iodo-131 e de césio-134, 126,7 e 24,8 vezes mais elevados, respectivamente, que os fixados pelo governo, em análises das águas do mar próximas de Fukushima, 250 km ao norte da megalópole de Tóquio e de seus 35 milhões de habitantes.

Disponível em: <http://noticias.terra.com.br/mundo/asia/terremotonojapao/noticias de 22/03/2011>.

Se uma amostra dessa água fosse coletada e isolada para acompanhar a atividade radioativa, seria correto afirmar que

Dados: Tempo de meia-vida ($t_{1/2}$):

Césio-137 = 30 anos;

Iodo-131 = 8 dias.

- A) seriam necessários 744 anos para que a atividade devida ao césio-137 retornasse ao nível normal.
- B) seria necessário, para ambos os isótopos, entre seis e sete períodos de meia vida para que os índices de um e outro ficassem próximos de 1% do valor inicial.
- C) seriam necessários aproximadamente 3 anos para que a atividade devida ao iodo-131 retornasse ao nível normal.
- D) o aquecimento da amostra aceleraria o decaimento radioativo de ambos os isótopos e assim haveria uma descontaminação mais rápida.
- E) somente a contaminação por césio seria grave, devido ao seu maior tempo de meia-vida.

09.
CY9C

(Uncisal) Um dos maiores acidentes com o isótopo ^{137}Cs aconteceu em setembro de 1987, na cidade de Goiânia, Goiás, quando um aparelho de radioterapia desativado foi desmontado em um ferro-velho. O desastre fez centenas de vítimas, todas contaminadas através de radiações emitidas por uma cápsula que continha ^{137}Cs , sendo o maior acidente radioativo do Brasil e o maior ocorrido fora das usinas nucleares. O lixo radioativo encontra-se confinado em contêineres (revestidos com concreto e aço) em um depósito que foi construído para este fim. Se no lixo radioativo encontram-se 20 g de ^{137}Cs e o seu tempo de meia-vida é 30 anos, depois de quantos anos teremos aproximadamente 0,15 g de ^{137}Cs ?

- A) 90
B) 120
C) 150
D) 180
E) 210

10.
U94S

(EsPCEX-SP) À medida que ocorre a emissão de partículas do núcleo de um elemento radioativo, ele está se desintegrando. A velocidade de desintegrações por unidade de tempo é denominada velocidade de desintegração radioativa, que é proporcional ao número de núcleos radioativos. O tempo decorrido para que o número de núcleos radioativos se reduza à metade é denominado meia-vida.

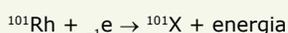
USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. *Química*. 12. ed. Reform. São Paulo: Editora Saraiva, 2009. (v. 2: Físico-Química).

Utilizado em exames de tomografia, o radioisótopo flúor-18 (^{18}F) possui meia-vida de uma hora e trinta minutos (1 h 30 min). Considerando-se uma massa inicial de 20 g desse radioisótopo, o tempo decorrido para que essa massa de radioisótopo flúor-18 fique reduzida a 1,25 g é de

Dados: $\log 16 = 1,20$; $\log 2 = 0,30$.

- A) 21 horas.
B) 16 horas.
C) 9 horas.
D) 6 horas.
E) 1 hora.

11. (CUSC-SP-2019) O ródio, metal raro e muito caro, apresenta um único isótopo natural, o Rh-103, que ocorre na forma metálica, e diversos isótopos radioativos artificiais, obtidos em reatores, sendo um dos mais estáveis o radioisótopo Rh-101, cuja meia-vida é de aproximadamente 40 meses. Esse radioisótopo sofre decaimento por captura eletrônica, que consiste na captura, pelo núcleo, de 1 elétron da eletrosfera, formando um novo elemento e liberando energia, conforme a equação:



- A) Calcule o número de elétrons do isótopo natural do ródio no estado fundamental e o número de nêutrons do radioisótopo Rh-101.
B) Indique qual é o elemento químico X formado no decaimento do ródio-101. Calcule o tempo necessário para que esse radioisótopo perca 75% de sua atividade radioativa.

SEÇÃO ENEM

01.
ADDY

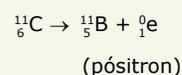
(Enem) A técnica do carbono-14 permite a datação de fósseis pela medição dos valores de emissão beta desse isótopo presente no fóssil. Para um ser em vida, o máximo são 15 emissões beta/(min.g). Após a morte, a quantidade de ^{14}C se reduz pela metade a cada 5 730 anos.

A PROVA do carbono 14. Disponível em:
<http://noticias.terra.com.br>
Acesso em: 9 nov. 2013 (Adaptação).

Considere que um fragmento de fóssil de massa igual a 30 g foi encontrado em um sítio arqueológico, e a medição de radiação apresentou 6 750 emissões beta por hora. A idade desse fóssil, em anos é

- A) 450.
B) 1 433.
C) 11 460.
D) 17 190.
E) 27 000.

02. (Enem) Glicose marcada com núclídeos de carbono-11 é utilizada na medicina para se obter imagens tridimensionais do cérebro por meio de tomografia de emissão de pósitrons. A desintegração do carbono-11 gera um pósitron, com tempo de meia-vida de 20,4 min., de acordo com a equação da reação nuclear:



A partir da injeção de glicose marcada com esse núclídeo, o tempo de aquisição de uma imagem de tomografia é cinco meias-vidas.

Considerando que o medicamento contém 1,00 g do carbono-11, a massa, em miligramas, do núclídeo restante, após a aquisição da imagem, é mais próxima de

- A) 0,200.
B) 0,969.
C) 9,80.
D) 31,3.
E) 200.

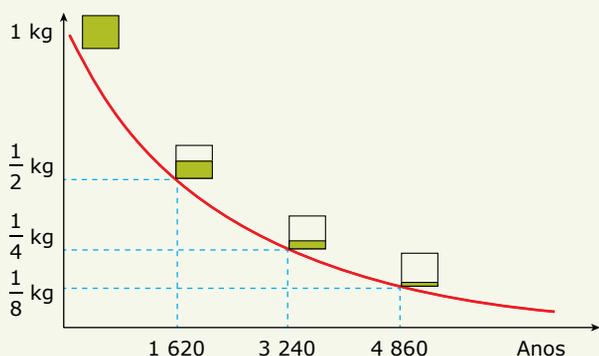
03. (Enem) A falta de conhecimento em relação ao que vem a ser um material radioativo e quais os efeitos, consequências e usos da irradiação pode gerar o medo e a tomada de decisões equivocadas, como a apresentada no exemplo a seguir: "Uma companhia aérea negou-se a transportar material médico por este portar um certificado de esterilização por irradiação".

FÍSICA NA ESCOLA, v. 8, n. 2, 2007 (Adaptação).

A decisão tomada pela companhia é equivocada, pois

- A) o material é incapaz de acumular radiação, não se tornando radioativo por ter sido irradiado.
- B) a utilização de uma embalagem é suficiente para bloquear a radiação emitida pelo material.
- C) a contaminação radioativa do material não se prolifera da mesma forma que as infecções por micro-organismos.
- D) o material irradiado emite radiação de intensidade abaixo daquela que ofereceria risco à saúde.
- E) o intervalo de tempo após a esterilização é suficiente para que o material não emita mais radiação.

04. (Enem) O lixo radioativo ou nuclear é resultado da manipulação de materiais radioativos, utilizados hoje na agricultura, na indústria, na medicina, em pesquisas científicas, na produção de energia, etc. Embora a radioatividade se reduza com o tempo, o processo de decaimento radioativo de alguns materiais pode levar milhões de anos. Por isso, existe a necessidade de se fazer um descarte adequado e controlado de resíduos dessa natureza. A taxa de decaimento radioativo é medida em termos de um tempo característico, chamado meia-vida, que é o tempo necessário para que uma amostra perca metade de sua radioatividade original. O gráfico seguinte representa a taxa de decaimento radioativo do rádio-226, elemento químico pertencente à família dos metais alcalinoterrosos e que foi utilizado durante muito tempo na medicina.



As informações fornecidas mostram que

- A) quanto maior é a meia-vida de uma substância, mais rápido ela se desintegra.
- B) apenas 1/8 de uma amostra de rádio-226 terá decaído ao fim de 4 860 anos.
- C) metade da quantidade original de rádio-226, ao fim de 3 240 anos, ainda estará por decair.
- D) restará menos de 1% de rádio-226 em qualquer amostra dessa substância após decorridas 3 meias-vidas.
- E) a amostra de rádio-226 diminui a sua quantidade pela metade a cada intervalo de 1 620 anos devido à desintegração radioativa.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

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

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. A 02. A
- 03.
- A) Os raios gama conseguem atravessar os materiais com maior facilidade e velocidade, por não possuírem massa nem carga elétrica.
- B) ${}^{60}\text{Co}_{27} \rightarrow {}^{60}\text{Ni}_{28} + {}^0_{-1}\beta$
- 04. B 06. A 08. B 10. D
- 05. C 07. A 09. E
- 11.
- A) 45 elétrons, uma vez que o rádio possui 45 prótons.
56 nêutrons, uma vez que a massa (A) é 101 e o número de prótons (P) é 45.
- B) Ru^{101}_{44}
Tempo para que o radioisótopo perca 75% de sua atividade: 80 meses

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

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



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Natureza Elétrica da Matéria e Núcleo Atômico

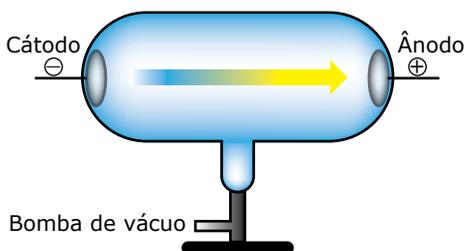
AS EXPERIÊNCIAS DE FARADAY ENVOLVENDO ELETRICIDADE

O século XIX apresentou progressos notáveis na área da ciência química, mas poucos contribuíram diretamente para nosso conhecimento da natureza dos átomos. Não houve maior progresso nessa área enquanto não se conheceu melhor a natureza da eletricidade.

Michael Faraday (1791-1867) encontrou uma relação precisa entre a quantidade de eletricidade necessária e a quantidade de transformação química que ocorre na eletrólise. A relação entre corrente elétrica e transformações químicas evoluiu na eletroquímica moderna.

OS TUBOS DE RAIOS CATÓDICOS

Nos anos que se seguiram a 1855, quando se desenvolveu os tubos de raios catódicos, muitos cientistas estudaram as propriedades da eletricidade. Um tubo de raios catódicos simples é um tubo de vidro em que foi feito vácuo, tendo em cada extremidade eletrodos de metal, um negativo (cátodo) e um positivo (ânodo). Quando se aplicam altas voltagens aos eletrodos, os raios catódicos (correntes de elétrons) fluem do cátodo para o ânodo.

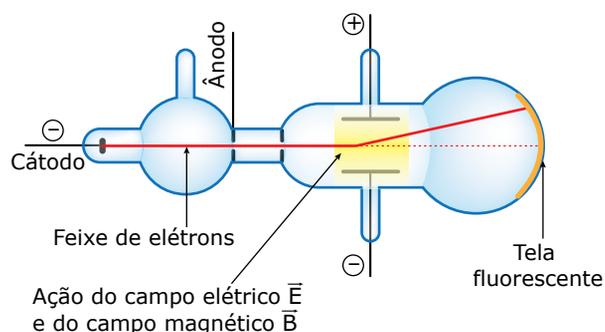


Tubo de raios catódicos.

A DETERMINAÇÃO DA RELAÇÃO CARGA / MASSA DO ELÉTRON

Uma vez que os raios catódicos são um fluxo de elétrons, aqueles constituem um meio ideal para o estudo das propriedades dos elétrons. Os raios que se movem em linha reta são independentes do material dos eletrodos e do gás residual que existe no tubo.

Eles tornam as paredes do tubo fluorescentes (brilhantes), formam uma sombra quando se coloca um objeto em seu caminho e podem ser desviados por um ímã. Em 1897, J. J. Thomson idealizou um tubo de raios catódicos semelhante ao que se mostra na figura a seguir a fim de medir a massa e a carga do elétron. O princípio em que se baseia esse instrumento é semelhante ao efeito do vento desviando uma bola que se arremessa. Com o ar parado, a bola segue em linha reta, mas, se há um vento lateral, ele desvia a bola para um lado. Se conhecermos a força do vento e a massa da bola, poderemos prever qual o desvio que ela irá sofrer. Por exemplo, uma bola de golfe desviará muito menos que uma bola de pingue-pongue devido à diferença entre suas massas. Portanto, o desvio permitirá calcular a massa.



Experimento: Raios catódicos sob a ação de um campo elétrico.

Com os raios catódicos, é um pouco mais complicado do que com bolas de golfe, porque o efeito do vento é substituído por um campo elétrico e um campo magnético, que agem sobre o elétron carregado negativamente. O desvio produzido é proporcional à carga do elétron e inversamente proporcional à sua massa. Visto que esse tipo de medida dá apenas uma resposta, encontramos na experiência de Thomson somente o valor da relação carga / massa.

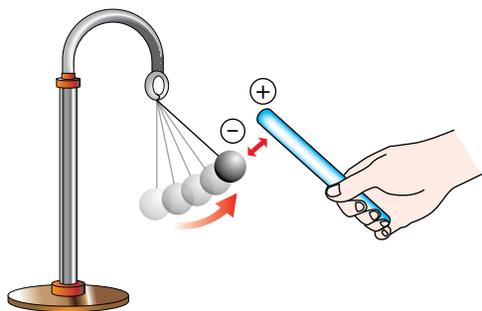
MODELO DE THOMSON

O átomo de Dalton era neutro, ou seja, não possuía cargas elétricas.

Como explicar, então, a atração existente entre um pedaço de vidro e um pano de lã após serem atritados um contra o outro? Se os átomos fossem neutros, não poderíamos presenciar tal fenômeno.

Ao atritarmos o bastão de vidro com um pedaço de lã, ocorre uma troca de cargas elétricas negativas entre os dois, de modo que o vidro fica com falta de cargas negativas, e a lã, com excesso de cargas negativas.

Esse bastão, já carregado pelo atrito, pode atrair uma bolinha de papel inicialmente neutra, por indução.

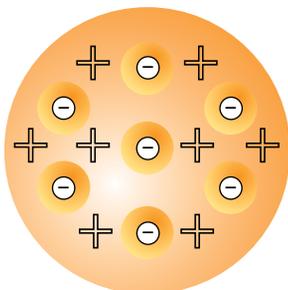


Eletrização por indução.

Como o vidro, a lã e o papel também são formados por átomos, e os átomos devem possuir cargas elétricas positivas e negativas.

Thomson, a partir de seus experimentos com os tubos de raios catódicos, criou um modelo em que o átomo era formado por cargas positivas e negativas.

Tal modelo foi chamado de "pudim de ameixas ou pudim de passas". A massa desse pudim era formada pelas cargas positivas e deveria estar recheada com cargas negativas, as passas. Esse modelo é capaz de explicar tais atrações.



"Pudim de passas".

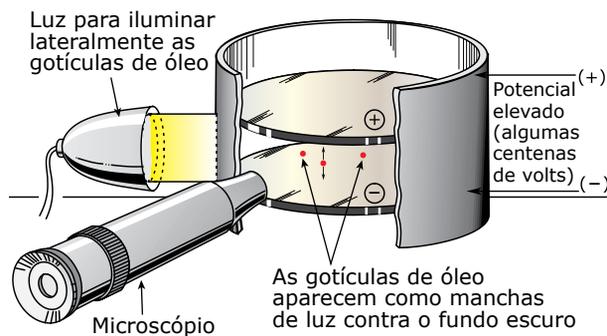
Para Thomson, o átomo era uma esfera positiva e eletricamente neutra devido às cargas negativas espalhadas por toda a sua extensão. Com esse modelo, começava-se a admitir a divisibilidade do átomo e a reconhecer a natureza elétrica da matéria.

Para você entender melhor o que era esse modelo, compare o átomo de Thomson a um panetone de forma esférica. Os pedaços de frutas cristalizadas em seu interior e na periferia seriam as cargas negativas espalhadas na massa positiva.

A DETERMINAÇÃO DA CARGA DO ELÉTRON

Várias tentativas foram feitas para resolver se a carga elétrica poderia ter qualquer grandeza ou somente variar em estágios, por incrementos regulares. Robert Andrews Millikan e seus colaboradores determinaram a evidência experimental que solucionou o problema. Millikan descobriu que, se gotículas de óleo fossem pulverizadas em uma pequena câmara, era possível observar o movimento de uma única gota com o microscópio. Devido à ação da gravidade, a gotícula cai através do ar com uma velocidade uniforme, que é determinada pelo seu tamanho e pela temperatura e pressão no aparelho.

Este é mostrado de forma esquemática na figura a seguir:



Experimento de Millikan.

Nos experimentos de Millikan, a maioria das gotículas se tornava eletricamente carregada pelo atrito durante o processo de pulverização ou por outras causas. Era possível alterar a velocidade de queda das gotículas pela aplicação de um potencial elétrico entre as placas de metal colocadas nas partes superior e inferior da câmara. Realmente, pela ação da força elétrica produzida pela diferença de potencial, uma determinada gotícula carregada poderia ter sua velocidade de queda aumentada ou diminuída, ser forçada a parar ou, ainda, a movimentar-se para cima. Quando a diferença de potencial elétrico entre as placas era exatamente suficiente para desacelerar a gotícula, a força gravitacional e a força elétrica estavam equilibradas. Medindo-se separadamente a massa da gotícula, foi possível calcular a força elétrica necessária para manter a gotícula em movimento uniforme.

Utilizando os seus dados experimentais e a Lei de Coulomb (que relaciona a carga e a distância com a força), Millikan conseguiu calcular a grandeza da carga da gotícula. O seu aparelho pode ser considerado como uma balança delicada para comparar forças gravitacional e elétrica.

Millikan descreveu suas conclusões acerca da carga elétrica com estas palavras:

Realmente, deste modo, eu observei a captura de vários milhares de íons e nunca encontrei um, cuja carga, quando medida como anteriormente, não tivesse exatamente o mesmo valor da menor carga capturada, ou um múltiplo muito pequeno desse valor. Aqui, portanto, está uma prova direta e inatacável de que o elétron não é uma média estatística, mas que as cargas elétricas encontradas nos íons têm todas o mesmo valor ou, então, múltiplos inteiros e pequenos desse valor.

MILLIKAN, R. A. *Electrons (+ and -), Protons, Photons, Neutrons, Mesotrons and Cosmic Rays*. Chicago: The University of Chicago Press, 1935. p. 72. [Fragmento]

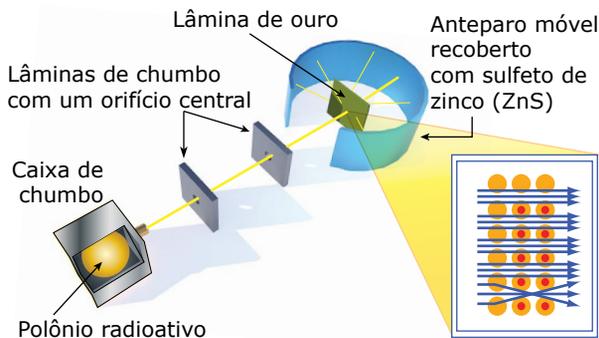
A partir desses dados, Millikan calculou a carga do elétron como sendo de $1,591 \cdot 10^{-19}$ coulombs. Entretanto, a conclusão qualitativa é mais importante do que o resultado quantitativo. O valor de qualquer carga negativa corresponde a múltiplos de uma carga unitária, que é a carga do elétron. Até hoje, ninguém conseguiu produzir ou demonstrar a existência de carga negativa de grandeza menor do que $1,591 \cdot 10^{-19}$ coulombs; atualmente, o valor mais preciso é $1,60186 \cdot 10^{-19}$ coulombs.

Para explicar as observações experimentais, concluiu-se que as cargas dos íons devem diferir em pequenas quantidades ou que as massas desses íons devem diferir. A partir do trabalho de Millikan, parece que pelo menos a carga negativa aparece em unidades discretas, mas Millikan trabalhou com gotículas de óleo que continham inicialmente cargas positivas e negativas. Entretanto, todas as cargas positivas e negativas que ele observou eram sempre múltiplas de uma carga unitária, a carga do elétron. Se, na matéria, os elétrons são unidades de carga negativa que neutralizam unidades de carga positiva, essas cargas negativas e positivas devem vir em conjuntos de grandeza igual. Se assim não fosse, as cargas negativas e positivas em um objeto nem sempre dariam exatamente zero ou um múltiplo inteiro da unidade de carga eletrônica. Como podem ser interpretados os dados experimentais que indicaram variações da relação carga / massa nos íons positivos?

A única maneira de responder a essa pergunta parece exigir que os átomos de um mesmo elemento difiram em massa, surgindo, assim, a ideia de que elementos químicos podem apresentar **isótopos**, mas tal resposta contradiz a teoria de Dalton, que, no entanto, provou ser adequada à interpretação das observações feitas em sistemas químicos.

A EXPERIÊNCIA DE RUTHERFORD

Lord Ernest Rutherford foi o homem que revolucionou o conceito de átomo. A partir da realização de uma experiência que consistia no bombardeamento de uma radiação emitida pelo polônio (Po) sobre uma fina placa de ouro (da espessura de uma folha de papel), Rutherford derrubou os modelos anteriores, mostrando ao mundo um modelo mais completo do que os iniciais.



A experiência de Rutherford.

O elemento radioativo polônio foi colocado em uma caixa de chumbo com uma pequena abertura por onde sairia um feixe de partículas radioativas com cargas positivas, chamadas de partículas alfa (α).

Houve a necessidade de se colocar placas de chumbo com pequenos orifícios em seus centros, para direcionar o feixe, a fim de atingir a lamínula de ouro.

OBSERVAÇÃO

O chumbo foi utilizado, pois é um material muito denso que evita o espalhamento da radiação.

Envolveu-se todo o sistema com um filme fluorescente que serviria para demonstrar se as partículas atravessariam ou refletiriam ao se chocarem com a lamínula de ouro. Quando uma partícula alfa se chocava com esse filme, havia uma emissão de luz que provocava, no ponto onde houve o choque, uma mancha.

Durante a realização desse experimento, Rutherford observou que a maioria das partículas alfa que chegaram a se chocar com a lamínula de ouro conseguiu atravessá-la.

No filme fluorescente, manchas centrais foram causadas pelas partículas que atravessaram a lamínula. As manchas das extremidades do filme foram causadas pelas partículas refletidas.

Rutherford descreveu seu trabalho com as seguintes palavras:

Eu gostaria de usar este exemplo para mostrar o quão frequentemente descobrimos fatos importantes por acidente. Nos primeiros dias, eu havia observado o desvio de partículas alfa, e o Dr. Geiger havia examinado esse fenômeno com detalhe, em meu laboratório, verificando que, em pedaços finos de metal pesado, o desvio era usualmente pequeno, da ordem de um grau. Um dia, Geiger chegou-se a mim e disse: Você não acha que o jovem Marsden, que estou treinando em métodos radioativos, deveria iniciar uma pequena pesquisa? Como eu também havia pensado nisso, respondi: Por que não deixar que ele verifique se algumas partículas alfa podem ser desviadas de um grande ângulo? Devo confessar que eu não acreditava que isso acontecesse, uma vez que sabíamos que a partícula alfa era muito rápida, pesada e com uma grande quantidade de energia, e poder-se-ia prever que, se o desvio total era devido ao efeito acumulado de uma série de pequenos desvios, a possibilidade de uma partícula alfa voltar para trás era muito pequena. Lembro-me, então, que dois ou três dias mais tarde Geiger chegou muito excitado, dizendo: Fomos capazes de obter algumas partículas alfa que retornaram em direção à fonte. Foi, talvez, a coisa mais incrível que já me aconteceu. Foi quase tão inacreditável como se atirássemos uma granada de 15 polegadas contra uma folha de papel e ela voltasse, atingindo-nos. Refletindo sobre o assunto, constatei que esse retorno deveria ser o resultado de uma única colisão e, quando fiz alguns cálculos, verifiquei ser impossível obter qualquer coisa dessa ordem de grandeza, a não ser que se tivesse um sistema onde a maior parte da massa do átomo estivesse concentrada em um núcleo diminuto. Foi, então, que idealizei o átomo como tendo um pequeno centro maciço e dotado de carga. Calculei matematicamente a quais leis que o desvio deveria obedecer e descobri que o número de partículas desviadas de um determinado ângulo deveria ser proporcional à espessura da lâmina metálica, ao quadrado da carga nuclear e inversamente proporcional à quarta potência da velocidade. Essas deduções foram mais tarde confirmadas por Geiger e Marsden em uma série de belos experimentos.

RUTHERFORD, Ernest. The Development of the Theory of Atomic Structure, 1936. In: NEEDHAM, J.; PAGE, W. J. *Background to Modern Science*. New York: The MacMillan Company, 1938. [Fragmento]

As conclusões iniciais de Rutherford

Os resultados foram explicados supondo-se que o átomo possui um centro ou um núcleo de diâmetro muito pequeno, onde estão concentradas cargas elétricas de um único tipo. Esse núcleo carregado deve ser muito maciço ou mantido fixo por forças existentes dentro do sólido, ou ambas as coisas, pois algumas das partículas alfa são bastante desviadas de seu trajeto original. Como os elétrons têm carga negativa, deve-se concluir que esse núcleo central maciço é carregado positivamente e que o desvio das partículas alfa positivas é o resultado de uma repulsão eletrostática.

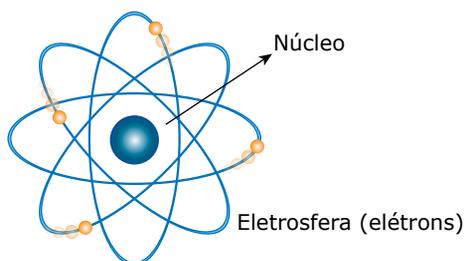
De acordo com os cálculos de Rutherford, o raio do núcleo é cerca de $1 / 10\ 000$ do raio do átomo, ou mesmo menos que isso. Como o volume de uma esfera é proporcional ao cubo do seu raio, o volume de um átomo deve ser 10^{12} vezes maior que o volume do seu núcleo. Como a maior parte da massa de um átomo está concentrada no núcleo, a densidade deste deve ser, pelo menos, 10^{12} vezes maior que a densidade do átomo. Se isso for verdade, então, os elétrons devem ocupar um volume muito maior do que o do núcleo.

Se, na realidade, um núcleo carregado positivamente é o responsável pelo desvio de partículas alfa positivas (devido à repulsão coulombiana), então, o número de partículas alfa desviadas de um dado ângulo dependerá da grandeza da carga do núcleo. Núcleos de alta carga, evidentemente, desviarão de um determinado ângulo mais partículas alfa do que núcleos de carga pequena.

Rutherford deduziu a relação matemática que descreve como os números relativos de partículas alfa desviadas de um dado ângulo dependem da carga nuclear. H. Geiger e E. Marsden verificaram ser possível atribuir um valor numérico para a carga nuclear de carbono, alumínio, ouro e outros metais. Descobriram, também, que essa carga nuclear era, aproximadamente, igual à metade da grandeza da massa atômica desde que a carga nuclear positiva fosse expressa em unidades de grandeza igual à carga do elétron.

Modelo de Rutherford

A partir dessas conclusões, Rutherford propôs um novo modelo atômico: o modelo "planetário", em que o átomo é comparado com o sistema solar; o núcleo central positivo, pequeno e denso, com elétrons girando em órbitas circulares ao seu redor, como os planetas giram em torno do Sol.



Esquema do modelo para o átomo proposto por Rutherford.

PARTÍCULAS SUBATÔMICAS

Os prótons, os nêutrons e os elétrons formam conjuntos denominados átomos. Um átomo é um conjunto formado por um certo número de prótons e nêutrons, constituindo um núcleo, ao redor do qual gira um número de elétrons igual ao número de prótons, que constitui a eletrosfera.

Partículas	Região (localização)	Carga elétrica	Massa absoluta / g	Massa relativa
Prótons	Núcleo	+1	$1,672 \cdot 10^{-24}$	1
Nêutrons	Núcleo	0	$1,675 \cdot 10^{-24}$	1
Elétrons	Eletrosfera	-1	$9,109 \cdot 10^{-28}$	$\frac{1}{1\ 836}$

OBSERVAÇÃO

Note que a massa do nêutron é levemente maior do que a massa do próton. Já a massa do elétron é considerada desprezível, pois a massa de 1 836 elétrons é igual à massa de 1 próton.

NÚMEROS QUÍMICOS

Número atômico (Z)

Os elementos químicos conhecidos podem ser colocados na ordem crescente de suas massas atômicas a partir do elemento de menor massa, que é o hidrogênio. Pode-se também obter uma relação dos elementos, dispendo-os na ordem crescente do número de unidades de carga nuclear, obtido por Rutherford. Comparando-se essas duas relações, vê-se que a ordem dos elementos é praticamente a mesma. O número de unidades de carga positiva do núcleo do átomo de qualquer elemento químico é chamado **número atômico** desse elemento.

Rutherford pôde fazer apenas uma estimativa grosseira dos números atômicos dos elementos. Desde então, outros métodos têm fornecido dados mais precisos, que confirmaram plenamente as suas conclusões.

Um elemento químico pode agora ser definido de um modo diferente do processo operacional. A nova definição é essencialmente uma definição conceitual e estabelece que um elemento químico é um conjunto de átomos que têm todos o mesmo número atômico (carga nuclear).

O desenvolvimento da teoria dos átomos mostra que os números atômicos precisam ser números inteiros. Isso significa que, quando os elementos estão dispostos na ordem crescente de seus números atômicos, não pode, logicamente, haver um elemento colocado entre o hidrogênio e o hélio, ou seja, um elemento de número atômico 1,5. Se tal elemento for encontrado, nossas ideias atuais sobre átomos, eletricidade e sistemas químicos deverão sofrer uma transformação radical.

O número de partículas constituintes dos átomos é muito importante, pois é o que diferencia um átomo de outro. Na realidade, é o número de prótons do átomo que o caracteriza quimicamente. Esse número é importantíssimo e é chamado de número atômico, representado pela letra Z (número atômico Z é o número de prótons do átomo).

Exemplos:	Hidrogênio	Z = 1
	Hélio	Z = 2
	Cloro	Z = 17
	Ferro	Z = 26

Dizemos que átomos do mesmo número atômico são átomos de um mesmo elemento químico. Por definição:

Elemento químico é um conjunto de átomos de mesmo número atômico.

Assim, elemento químico hidrogênio é o conjunto de átomos de Z = 1. Elemento químico hélio é o conjunto de átomos de Z = 2, e assim por diante.

Cada Z corresponde a um **único** elemento químico e vice-versa.

Número atômico (Z) ↔ Elemento químico

Os elementos químicos encontrados na natureza têm Z variando de 1 a 92. Artificialmente, a partir de 1942, foram obtidos elementos com Z > 92. Atualmente, já foi obtido o elemento de número atômico Z = 118, ao qual foi atribuído o nome oganessônio.

Número de massa (A)

O número de nêutrons de um átomo não interfere nas suas características químicas. Assim, átomos com diferentes números de nêutrons, mas com o mesmo número de prótons, são átomos do mesmo elemento químico. O número de prótons somado ao número de nêutrons interfere apenas na massa do átomo.

A massa do átomo é dada pelo seu número de prótons e nêutrons, pois a massa dos elétrons é desprezível em relação à dos prótons e à dos nêutrons. O número de prótons somado ao número de nêutrons de um átomo é chamado de número de massa e é representado pelo símbolo A.

Número de massa (A) de um átomo é o seu número de prótons somado ao seu número de nêutrons.

Quando um átomo é eletricamente neutro, o seu número de prótons é igual ao de elétrons. Como a carga elétrica de um próton é neutralizada exatamente pela carga elétrica de um elétron e vice-versa, para que o átomo seja uma partícula eletricamente neutra, o seu número de prótons deverá ser igual ao seu número de elétrons.

Podemos representar o número de massa A como a soma do número atômico Z e do número de nêutrons N.

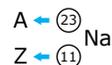
Assim:

$$A = Z + N$$

Representação de um elemento

Para representarmos um átomo de um elemento químico, geralmente, colocamos o seu símbolo no centro, acima, o seu número de massa e, abaixo, o seu número atômico.

Exemplo: O elemento sódio.



Observe que o número de massa é sempre maior do que o número atômico, pois $A = Z + N$, exceto no caso do isótopo prótio do hidrogênio, em que $N = 0 \Rightarrow A = Z$, (${}^1_1\text{H}$).

No caso de representarmos um íon, geralmente, colocamos sua carga elétrica à direita e acima do símbolo:



SEMELHANÇAS ATÔMICAS

Isótopos

Átomos com igual número atômico (igual Z) e diferentes números de massa (diferentes A) são isótopos de um mesmo elemento químico.

Isótopos entre si são isótopos do mesmo elemento, portanto, com o mesmo Z e com o mesmo número de prótons. Assim, ${}^1\text{H}$, ${}^2\text{H}$ e ${}^3\text{H}$ são isótopos entre si, ou seja, são diferentes isótopos do mesmo elemento hidrogênio. Como os isótopos são átomos, também apresentam igual número de elétrons. Isótopos entre si diferem no número de nêutrons e, portanto, no número de massa (A). Veja na tabela a seguir o número de prótons, elétrons e nêutrons dos isótopos do hidrogênio, tomados como exemplos.

Isótopos	Z	A	p ⁺	e ⁻	n ⁰
${}^1\text{H}$	1	1	1	1	0
${}^2\text{H}$	1	2	1	1	1
${}^3\text{H}$	1	3	1	1	2

p^+ = número de prótons

e^- = número de elétrons

n^0 = número de nêutrons

Isótopos de um mesmo elemento não têm nomes diferentes, porém, no caso do hidrogênio, foram dados nomes diferentes aos seus isótopos. Os isótopos dos demais elementos são nomeados com os próprios nomes dos elementos, acompanhados dos respectivos números de massa.

Exemplos:

Oxigênio-16 \Rightarrow é o nome do isótopo de oxigênio com A = 16.

Cloro-37 \Rightarrow é o nome do isótopo de cloro com A = 37.

Urânio-235 \Rightarrow é o nome do isótopo de urânio com A = 235.

Urânio-238 \Rightarrow é o nome do isótopo de urânio com A = 238.

No caso do hidrogênio, foram dados os seguintes nomes para os seus isótopos:

^1H \Rightarrow hidrogênio leve ou prótio.

^2H \Rightarrow hidrogênio pesado ou deutério.

^3H \Rightarrow tritério, trício ou trítio.

OBSERVAÇÃO

Os isótopos também podem ser denominados átomos isotônicos (átomos que possuem o mesmo número de prótons).

Isóbaros

São átomos de elementos diferentes (com diferentes números atômicos) que apresentam o mesmo número de massa.

Exemplos: ^3_1H e ^3_2He ($A = 3$).

$^{40}_{18}\text{Ar}$, $^{40}_{19}\text{K}$ e $^{40}_{20}\text{Ca}$ ($A = 40$).

Isótonos

São átomos de elementos químicos diferentes (números atômicos diferentes) e mesmo número de nêutrons (N).

Exemplos: ^3_1H e ^4_2He (2 nêutrons).

$^{38}_{18}\text{Ar}$, $^{39}_{19}\text{K}$ e $^{40}_{20}\text{Ca}$ (20 nêutrons).

Os isótonos são também chamados isoneutrônicos (átomos que possuem o mesmo número de nêutrons).

ÁTOMOS NEUTROS

São eletricamente neutros, ou seja, possuem quantidades de cargas positivas (prótons) e cargas negativas (elétrons) iguais.

número de prótons = número de elétrons

Exemplos: O, N, S, F, Na, etc.

ÍONS

São espécies químicas eletricamente carregadas. Os íons positivos são chamados de **cátions** e os negativos, de **ânions**.

Quando um átomo neutro perde elétrons, ele se transforma em um cátion.

Exemplo: $^{40}_{20}\text{Ca}^{2+}$ $\left\{ \begin{array}{l} 20 \text{ p}^+ \\ 20 \text{ n}^0 \\ 18 \text{ e}^- \end{array} \right.$

Quando um átomo neutro ganha elétrons, ele se transforma em um ânion.

Exemplo: $^{15}_7\text{N}^{3-}$ $\left\{ \begin{array}{l} 7 \text{ p}^+ \\ 8 \text{ n}^0 \\ 10 \text{ e}^- \end{array} \right.$

Espécies isoeletrônicas

São espécies químicas com o mesmo número de elétrons.

Exemplos: $^{32}_{16}\text{S}^{2-}$ e $^{35}_{17}\text{Cl}^-$ \Rightarrow ambos possuem 18 e^- .

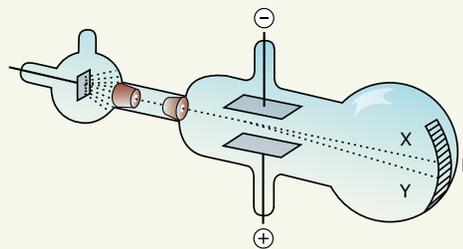
$^{23}_{11}\text{Na}^+$ e $^{20}_{10}\text{Ne}$ \Rightarrow ambos possuem 10 e^- .

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



- 01.** (UFMG) No fim do século XIX, Thomson realizou experimentos em tubos de vidro que continham gases a baixas pressões, em que aplicava uma grande diferença de potencial. Isso provocava a emissão de raios catódicos. Esses raios, produzidos num cátodo metálico, deslocavam-se em direção à extremidade do tubo (E).

Na figura, essa trajetória é representada pela linha tracejada X.



Nesses experimentos, Thomson observou que

- I. a razão entre a carga e a massa dos raios catódicos era independente da natureza do metal constituinte do cátodo ou do gás existente no tubo;
- II. os raios catódicos, ao passarem entre duas placas carregadas, com cargas de sinal contrário, se desviavam na direção da placa positiva.

Na figura, esse desvio é representado pela linha tracejada Y.

Considerando-se essas observações, é correto afirmar que os raios catódicos são constituídos de

- A) elétrons.
- B) ânions.
- C) prótons.
- D) cátions.

- 02.** (UDESC) Após a realização de uma série de experimentos, foi detectado um íon Q^{2-} , que possui carga 2, possuindo assim número de elétrons igual a um gás nobre. O gás nobre em questão possui número atômico 18 e número de massa 40.

Assinale a alternativa que contém, sequencialmente, o elemento Q e seu número atômico.

- A) O elemento Q é o argônio e possui número atômico 18.
- B) O elemento Q é o oxigênio e possui número atômico 8.
- C) O elemento Q é o cloro e possui número atômico 17.
- D) O elemento Q é o enxofre e possui número atômico 16.
- E) O elemento Q é o enxofre e possui número atômico 18.

- 03.** (PUC Minas) Os estudos realizados por Rutherford mostraram que o átomo deveria ser constituído por um núcleo positivo com elétrons girando ao seu redor. Os elétrons foram inicialmente levados em consideração no modelo atômico proposto pelo seguinte pesquisador:

- A) Niels Bohr
- B) J. J. Thomson
- C) John Dalton
- D) Werner Heisenberg

04. CCHS



(UFMG) Os resultados da experiência de bombardeamento de uma lâmina de ouro com partículas alfa foram corretamente interpretados por Rutherford, em 1911.

Todas as alternativas apresentam conclusões resultantes dessa experiência, exceto

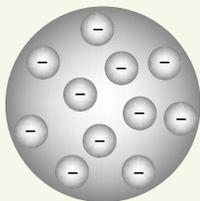
- A) Os átomos têm núcleos densos e eletricamente positivos.
- B) A matéria tem, em sua constituição, grandes espaços vazios.
- C) Os elétrons se situam nos níveis de energia da eletrosfera.
- D) O tamanho do núcleo é muito menor do que o tamanho do átomo.
- E) A carga nuclear e a da eletrosfera têm valores iguais com sinais contrários.

05. 3105



(Unifor-CE) A descoberta do átomo representou um importante passo para o homem no reconhecimento dos materiais e suas propriedades e o estabelecimento do modelo atômico atual foi uma construção científica de diversos autores: Leucipo / Demócrito; Dalton, Thomson, Rutherford / Bohr, entre outros.

A figura a seguir apresenta o modelo atômico de Thomson que contribuiu significativamente para o estabelecimento do conceito de átomo moderno, pois este defendia:



- A) A divisibilidade do átomo em uma massa protônica positiva e partículas negativas denominadas elétrons.
- B) A divisibilidade do átomo em uma massa neutra composta por cargas negativas denominadas elétrons.
- C) A existência de um átomo negativo e indivisível.
- D) O átomo era divisível em partículas negativas conhecidas como prótons.
- E) O átomo era formado somente por uma massa de elétrons positivos inseridos em uma matriz protônica negativa.

06. (UEFS-BA) Os modelos atômicos foram sendo modificados ao longo do tempo, a partir de evidências experimentais, a exemplo dos modelos de Thomson, proposto com base em experimentos com tubo de raios catódicos e o de Rutherford, que, ao fazer incidir partículas alfa, α , sobre lâminas de ouro, observou que a maioria das partículas atravessavam a lâmina, algumas desviavam e poucas eram refletidas.

A partir das considerações do texto, é correto destacar:

- A) As partículas subatômicas de cargas elétricas opostas estão localizadas no núcleo do átomo, segundo Thomson.
- B) O modelo de Thomson considera que o átomo é constituído por elétrons que ocupam diferentes níveis de energia.

C) O núcleo do átomo é denso e positivo com um tamanho muito menor do que o do seu raio atômico, de acordo com Rutherford.

D) As experiências com raios catódicos evidenciaram a presença de partículas de carga elétrica positiva nos átomos dos gases analisados.

E) O experimento conduzido por Rutherford permitiu concluir que as partículas positivas e negativas constituintes dos átomos têm massas iguais.

07. (PUCRio-2022) O trítio é um isótopo mais pesado, radioativo e menos abundante do hidrogênio (número atômico 1). O número de massa do trítio é 3. Considerando-se essas informações, conclui-se que um átomo não ionizado de trítio tem

- A) dois prótons, dois elétrons e um nêutron.
- B) um próton, um elétron e um nêutron.
- C) um próton, dois elétrons e um nêutron.
- D) um próton, um elétron e dois nêutrons.

08. E94A



(UFLA-MG) As afirmações que se seguem dizem respeito a dois elementos A e B.

- I. B possui massa atômica igual a 39.
- II. O número atômico de A é igual a 20.
- III. B é isoeletrônico com A^+ .
- IV. A e B são isótonos.

Podemos afirmar que

- A) A e B^+ são isoeletrônicos.
- B) o número de massa de A é igual a 40.
- C) o número de elétrons de B é igual a 20.
- D) o número de nêutrons de A é igual a 17.
- E) A e B são isóbaros.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (UEG-GO-2021) Um dos grandes desafios enfrentados pela Química, como ciência, foi desvendar a estrutura da matéria. O assunto foi discutido desde a Grécia Antiga, por filósofos como Leucipo e Demócrito, que apresentaram hipóteses sobre a constituição da matéria. No entanto, foi somente no ano de 1803 que o inglês John Dalton (1766-1844) retomou as ideias originais dos filósofos atomistas, no desenvolvimento do seu modelo atômico, baseado em resultados experimentais, que auxiliaram na comprovação de suas hipóteses. Porém, no método científico, cada modelo atômico proposto manteve a sua validade, até que alguma evidência experimental o contradissesse. Dessa forma, com relação ao modelo atômico de Dalton, o principal fato científico que o levou a ser abandonado foi:

- A) A comprovação da natureza elétrica da matéria, com a descoberta do elétron.
- B) O espalhamento das partículas alfa, realizado por Ernest Rutherford.
- C) A explicação dos espectros de emissão atômica.
- D) A divisão do átomo em núcleo e eletrosfera.
- E) A descoberta da dualidade onda-partícula.

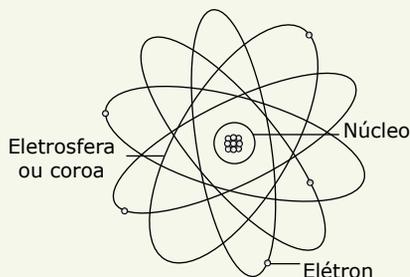
02.

6DA5



(UECE) Há cerca de dois mil e quinhentos anos, o filósofo grego Demócrito disse que se dividirmos a matéria em pedacinhos, cada vez menores, chegaremos a grãosinhos indivisíveis, que são os átomos (a = não e tomo = parte). Em 1897, o físico inglês Joseph Thomson (1856-1940) descobriu que os átomos eram divisíveis: lá dentro havia o elétron, partícula com carga elétrica negativa. Em 1911, o neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937) mostrou que os átomos tinham uma região central compacta chamada núcleo e que lá dentro encontravam-se os prótons, partículas com carga positiva.

Atente à figura a seguir, que representa o núcleo e a eletrosfera do átomo.



Com relação à figura anterior, é correto afirmar que

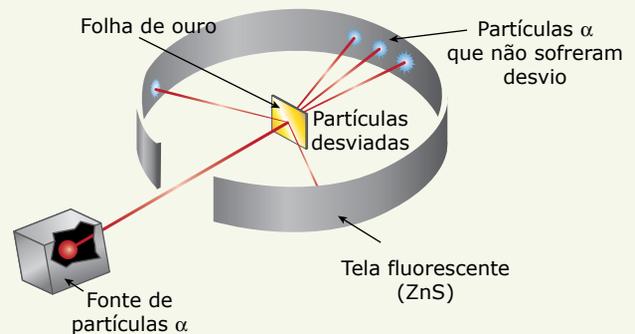
- o núcleo é muito pequeno, por isso, tem pouca massa se comparado à massa do átomo.
- mais de 90% de toda a massa do átomo está na eletrosfera.
- considerando as reais grandezas do núcleo e da eletrosfera do átomo, se comparadas às suas representações na figura, o tamanho da eletrosfera está desproporcional ao tamanho do núcleo.
- a massa do núcleo é bem maior do que a massa da eletrosfera, cuja relação fica em torno de 100 vezes.

03. (UFMG) Na experiência de espalhamento de partículas alfa, conhecida como "experimento de Rutherford", um feixe de partículas alfa foi dirigido contra uma lâmina finíssima de ouro, e os experimentadores (Geiger e Marsden) observaram que um grande número dessas partículas atravessava a lâmina sem sofrer desvios, mas que um pequeno número sofria desvios muito acentuados. Esse resultado levou Rutherford a modificar o modelo atômico de Thomson, propondo a existência de um núcleo de carga positiva, de tamanho reduzido e com, praticamente, toda a massa do átomo.

Assinale a alternativa que apresenta o resultado que era previsto para o experimento de acordo com o modelo de Thomson.

- A maioria das partículas atravessaria a lâmina de ouro sem sofrer desvios, e um pequeno número sofreria desvios muito pequenos.
- A maioria das partículas sofreria grandes desvios ao atravessar a lâmina.
- A totalidade das partículas atravessaria a lâmina de ouro sem sofrer nenhum desvio.
- A totalidade das partículas ricochetearia ao se chocar contra a lâmina de ouro, sem conseguir atravessá-la.

04. (Unimontes-MG) A figura a seguir mostra o experimento de Rutherford com o uso de uma lâmina de ouro e partículas α .



Supondo que esse experimento fosse realizado com átomos que tivessem a estrutura proposta pelo modelo de Thomson, pode-se afirmar que

- as partículas α atravessariam a lâmina de ouro, sendo observados poucos desvios.
- o anteparo apresentaria manchas luminosas dispersas de forma homogênea.
- os átomos da folha de ouro impediriam totalmente a passagem das partículas α .
- os núcleos e elétrons dos átomos da lâmina de ouro absorveriam as partículas.

05. (CESMAC-AL-2019) Em 1911, Ernest Rutherford incidiu partículas radioativas em uma lâmina metálica, observando que a maioria das partículas atravessava a lâmina, algumas desviavam e poucas refletiam. De acordo com o experimento realizado, que importante afirmação Rutherford propôs acerca da estrutura dos átomos?

- Os átomos são considerados esferas maciças e indestrutíveis.
- Os átomos são formados por uma massa positiva com elétrons de carga negativa, similar a um pudim de passas.
- Os elétrons, presentes nos átomos, ocupam níveis discretos de energia.
- O átomo é divisível, e a matéria possui uma natureza elétrica.
- Os átomos são compostos por um núcleo positivo, envolvido por elétrons de menor tamanho e carga negativa.

06.

SJAD



(ITA-SP) Assinale a opção que apresenta o elemento químico com o número correto de nêutrons.

- ${}^{17}_9\text{F}$ tem zero nêutrons.
- ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ tem 24 nêutrons.
- ${}^{197}_{79}\text{Au}$ tem 79 nêutrons.
- ${}^{75}_{33}\text{As}$ tem 108 nêutrons.
- ${}^{238}_{92}\text{U}$ tem 146 nêutrons.



07. (FGV-SP) O Brasil inaugurou em 2014 o Projeto Sirius, um acelerador de partículas que permitirá o desenvolvimento de pesquisa na área de materiais, física, química e biologia. Seu funcionamento se dará pelo fornecimento de energia a feixes de partículas subatômicas eletricamente carregadas: prótons e elétrons.

Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/ciencia-e-tecnologia/2014/02/> (Adaptação).

Na tabela, são apresentadas informações das quantidades de algumas partículas subatômicas para os íons X^{2-} e A^{2+} :

Carga da partícula	X^{2-}	A^{2+}
Positiva	16	y
Negativa	18	18

Nessa tabela, o nome do elemento X e o valor de y são, respectivamente,

- A) argônio e 16.
- B) argônio e 20.
- C) enxofre e 16.
- D) enxofre e 18.
- E) enxofre e 20.



08. (IFRS) Embora o ano de 2013 tenha apresentado uma safra de grãos, no mundo e também no Brasil, ainda sofremos com a desnutrição em comunidades menos favorecidas. A má distribuição dos alimentos não é um problema atual, mas, com todo avanço tecnológico, ela ainda persiste. Uma característica padrão no desnutrido é a anemia, diagnosticada pela insuficiência de ferro. O ferro $^{56}_{26}\text{Fe}$ está presente numa série de alimentos, porém é assimilado principalmente na forma de íon ferroso (Fe^{2+}), embora exista também na forma de íon férrico (Fe^{3+}). Um dos procedimentos básicos utilizados hoje no Brasil é a adição de sulfato ferroso nas farinhas para produção de pão (alimento básico nas populações de baixa renda).

Baseado no texto anterior, podemos afirmar que o íon ferroso apresenta

- A) 26 prótons, 26 elétrons e 56 nêutrons.
- B) 26 prótons, 24 elétrons e 56 nêutrons.
- C) 26 prótons, 24 elétrons e 30 nêutrons.
- D) 24 prótons, 26 elétrons e 56 nêutrons.
- E) 24 prótons, 26 elétrons e 30 nêutrons.

09. (UDESC) O experimento realizado por Ernest Rutherford, em que uma fina placa de ouro foi bombardeada com um feixe de partículas α , permitiu a suposição de um modelo de átomo com um núcleo pouco volumoso, de carga positiva, rodeado por uma região volumosa formada por elétrons, com carga negativa.

A construção deste modelo deve-se ao fato de

- A) muitas partículas α não terem sofrido desvio (região da eletrosfera) e poucas delas terem desviado ou retrocedido (região do núcleo).
- B) muitas partículas α terem retrocedido ao colidir diretamente com o núcleo atômico.
- C) ter havido desvio das partículas α que se colidiram com a região da eletrosfera do átomo de Au.
- D) as partículas α terem sofrido atração pelos elétrons que possuem carga negativa.
- E) não ter sido observado o desvio das partículas α , devido ao fato de o átomo ser maciço.

10. (UERJ) Com base no número de partículas subatômicas que compõem um átomo, as seguintes grandezas podem ser definidas:

Grandeza	Símbolo
Número atômico	Z
Número de massa	A
Número de nêutrons	N
Número de elétrons	E

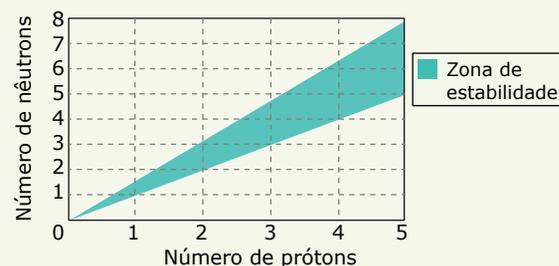
O oxigênio é encontrado na natureza sob a forma de três átomos: ^{16}O , ^{17}O e ^{18}O . No estado fundamental, esses átomos possuem entre si quantidades iguais de duas das grandezas apresentadas.

Os símbolos dessas duas grandezas são

- A) Z e A.
- B) E e N.
- C) Z e E.
- D) N e A.



11. (UERJ) Uma forma de identificar a estabilidade de um átomo de qualquer elemento químico consiste em relacionar seu número de prótons com seu número de nêutrons em um gráfico denominado Diagrama de Estabilidade, mostrado a seguir:



São considerados estáveis os átomos cuja interseção entre o número de prótons e o de nêutrons se encontra dentro da zona de estabilidade mostrada no gráfico. Verifica-se, com base no diagrama, que o menor número de massa de um isótopo estável de um metal é igual a:

- A) 2
- B) 3
- C) 6
- D) 9

12. (FGV-SP) A tabela seguinte apresenta dados referentes às espécies K, K⁺, Ca²⁺ e S²⁻.



Espécie	Z	Nêutrons
K	19	22
K ⁺	19	22
Ca ²⁺	20	22
S ²⁻	16	18

Em relação a essas espécies, são feitas as seguintes afirmações:

- I. K⁺ e Ca²⁺ são isótonos;
- II. K e Ca²⁺ são isóbaros;
- III. K⁺ tem mais prótons que K;
- IV. K⁺ e S²⁻ têm o mesmo número de elétrons.

É correto apenas o que se afirma em

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

13. (UDESC) Assinale a alternativa correta. Os isótopos são átomos

- A) de um mesmo elemento químico, apresentam propriedades químicas praticamente idênticas, mas têm um número diferente de nêutrons no seu núcleo.
- B) que têm o mesmo número de prótons e um número diferente de nêutrons no seu núcleo, apresentando propriedades químicas totalmente distintas.
- C) de um mesmo elemento químico, apresentam propriedades químicas idênticas, mas têm um número diferente de prótons no seu núcleo.
- D) de elementos químicos diferentes, com o mesmo número de nêutrons no seu núcleo e apresentam propriedades químicas semelhantes.
- E) de elementos químicos diferentes, apresentam propriedades químicas distintas, mas têm o mesmo número de nêutrons no seu núcleo.

SEÇÃO ENEM

01. A ideia de que os diversos materiais que compõem o Universo são formados por átomos é discutida desde a Antiguidade pelos filósofos gregos e vem se aperfeiçoando até os dias atuais. O interesse em apresentar um modelo para o átomo deve-se à necessidade de entender e explicar os diversos fenômenos observados, tais como a natureza dos raios catódicos e o desvio das partículas alfa, quando elas são bombardeadas em uma lâmina de ouro.

As ideias para os átomos que explicam os fenômenos mencionados foram propostas, respectivamente, por

- A) Dalton e Thomson.
- B) Demócrito e Dalton.
- C) Thomson e Rutherford.
- D) Demócrito e Thomson.
- E) Thomson e Chadwick.

02. No ano de 1897, o cientista inglês J. J. Thomson fez uma importante reformulação da Teoria Atômica Clássica. Thomson estudou a natureza dos raios catódicos e descobriu que eles são partículas subatômicas: os elétrons. Dessa maneira, o cientista inglês propôs a ideia de divisibilidade do átomo, ou seja, o átomo teria uma estrutura interna com cargas elétricas negativas e positivas distribuídas de maneira uniforme por toda sua extensão.

O modelo atômico de Thomson permite explicar o seguinte fenômeno:

- A) Conservação das massas durante uma reação química.
- B) Descontinuidade dos espectros atômicos visíveis.
- C) Emissão de radiação eletromagnética por um sólido aquecido.
- D) Emissão de radiações ionizantes por átomos instáveis.
- E) Natureza corpuscular e ondulatória dos elétrons.

03. O experimento de Rutherford foi um marco na história da Ciência em virtude da revolução que ele ocasionou no entendimento da estrutura atômica. Rutherford e seus colaboradores fizeram com que partículas radioativas do tipo α fossem bombardeadas sobre lâminas metálicas delgadas. Para sua surpresa, as partículas α , ao atravessarem uma lâmina de ouro, apresentaram comportamento diferente do esperado e sofreram grandes desvios em suas trajetórias.

De acordo com o modelo atômico proposto por J. J. Thomson, em 1897, logo após comprovar a existência de partículas subatômicas, um feixe de partículas alfa dotadas de carga positiva que incidisse sobre uma lâmina de ouro muito fina deveria passar por ela sem sofrer grandes desvios em suas trajetórias iniciais porque

- A) a carga nuclear do ouro não seria grande o suficiente para produzir um campo elétrico capaz de causar repulsão significativa nas partículas alfa.
- B) os átomos de ouro não seriam dotados de cargas elétricas e, por isso, as partículas alfa não experimentariam força elétrica alguma.
- C) a força elétrica resultante sobre as partículas alfa seria nula, pois cargas elétricas positivas e negativas estariam distribuídas uniformemente pelos átomos de ouro.
- D) os elétrons do ouro apresentariam energia quantizada e, por isso, não poderiam absorver qualquer quantidade de energia. Assim, eles não poderiam interagir com as partículas alfa.
- E) as partículas alfa se deslocariam em velocidades muito baixas e, por isso, não seriam influenciadas por campos elétricos como aquele gerado pelos átomos de ouro.

SEÇÃO FUVEST/UNICAMP/UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

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

Propostos

Acertei _____ Errei _____

01. A 05. E 09. A 13. A
 02. C 06. E 10. C
 03. A 07. E 11. C
 04. A 08. C 12. C

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

01. C 02. A 03. C

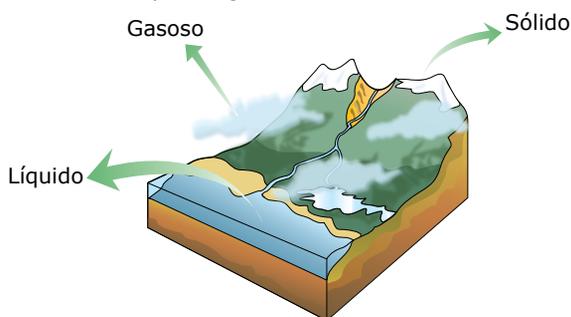


Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Mudanças de Estado Físico

ESTADOS FÍSICOS

Na natureza, a matéria pode apresentar-se em três estados físicos: sólido, líquido e gasoso.



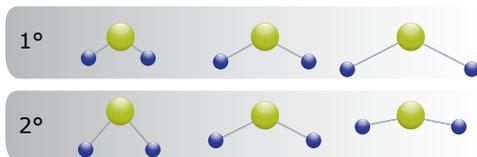
Estados físicos da água.

As unidades estruturais que compõem uma substância são as mesmas, independente do seu estado físico (também denominado fase de agregação). Em termos de estrutura interna, as principais diferenças entre os estados físicos devem-se às diferenças de energias potenciais e cinéticas dessas unidades.

A energia potencial está relacionada às ligações químicas que se estabelecem entre as unidades estruturais que compõem a substância, de forma que, quanto mais intensas forem as ligações, menor será a energia potencial.

Já a energia cinética está relacionada ao movimento das partículas que compõem a substância. Esses movimentos podem ser de três tipos: vibracional, rotacional e translacional.

Os movimentos vibracionais são aqueles que relacionam os movimentos dos átomos em torno das ligações interatômicas. A figura a seguir representa moléculas de água em dois tipos de movimentos vibracionais: o primeiro consiste no alongamento e na compressão da ligação entre oxigênio (representado pela esfera maior) e hidrogênio (representado pelas esferas menores). Já o segundo consiste na variação do ângulo de ligação entre oxigênio e hidrogênio.



As moléculas de água apresentam movimentos vibracionais conforme o esquema.

Os movimentos rotacionais consideram os deslocamentos em torno dos próprios eixos da molécula, conforme mostrado na figura a seguir:



Esquema representativo dos movimentos rotacionais em uma molécula.

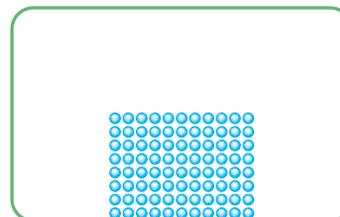
Finalmente, os movimentos translacionais consideram os deslocamentos das moléculas no espaço.

O estado sólido

No estado sólido, as partículas que o constituem estão bem próximas umas das outras, formando redes (conjunto de partículas que estão conectadas umas às outras) de longa extensão. Essas partículas possuem apenas movimento vibracional (oscilam em torno de um ponto de equilíbrio), o que confere a esse estado forma e volume definidos, bem como alta organização.

No estado sólido, as partículas vibram com baixas velocidades, possuindo, assim, baixa energia cinética. Como as forças de atração entre as partículas são altas, esse é o estado de menor energia interna.

Esquema:



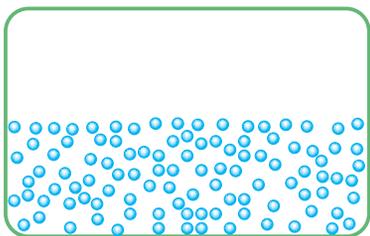
O estado líquido

No estado líquido, as partículas estão um pouco mais afastadas do que no estado sólido, efetuando movimentos vibracionais, rotacionais e translacionais de curto alcance, à velocidade e à energia cinética medianas.

A presença de movimentos translacionais confere ao estado líquido forma variável. A grande proximidade entre as partículas torna um líquido praticamente incompressível, pois é necessária uma pressão muito elevada para produzir uma redução de volume muito pequena.

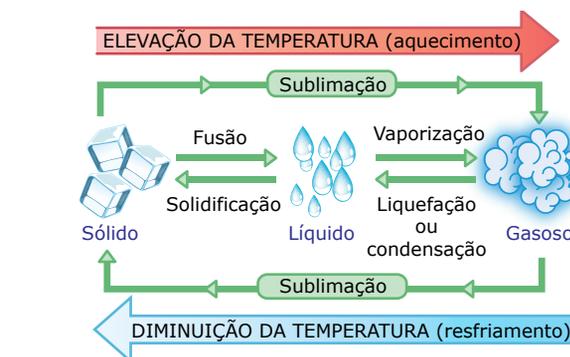
Como a energia cinética e as forças de atração entre essas partículas são medianas, o estado líquido apresenta energia interna mediana.

Esquema:



MUDANÇAS DE ESTADO FÍSICO

Os três estados físicos podem ser convertidos uns nos outros, simplesmente aquecendo-os ou resfriando-os ou, ainda, alterando a pressão do sistema.



As mudanças de estado físico fusão, vaporização e sublimação ($S \rightarrow G$) ocorrem com ruptura de interações atrativas entre as partículas. Já as mudanças de estado físico solidificação, liquefação ou condensação e sublimação ($G \rightarrow S$) ocorrem com a formação de interações atrativas entre as partículas.

OBSERVAÇÕES

1. Liquefação é o processo de transformação do gás para o líquido, já a condensação é o processo de transformação do vapor para o líquido.
2. O iodo é um sólido de cor marrom-avioletado que, ao ser aquecido, passa diretamente do estado sólido para o estado gasoso (sublimação). Porém, se recolhermos esse gás em uma superfície fria, o iodo retornará ao estado sólido, o que caracteriza também a sublimação ($G \rightarrow S$).
3. Alguns autores denominam a transformação $G \rightarrow S$ de sublimação inversa ou simplesmente sublimação.
4. A vaporização pode ser dividida em:
 - **Evaporação:** É um processo natural, lento e espontâneo à temperatura ambiente. Nesse processo, a temperatura do líquido é inferior à sua temperatura de ebulição.

Exemplo: Uma roupa no varal seca, pois a água nela contida evapora.
 - **Ebulição:** Processo rápido e, normalmente, não espontâneo para as substâncias na fase líquida à temperatura e pressão ambientes. Ocorre em toda massa líquida, com a formação e o desprendimento de bolhas.

Exemplo: Água líquida necessita de aquecimento para passar ao estado de vapor (ferver).

O estado gasoso

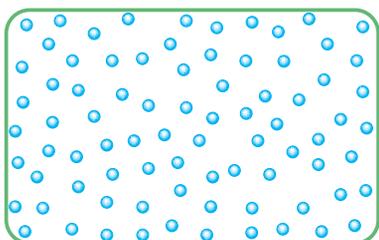
As partículas que formam o estado gasoso estão totalmente afastadas e apresentam grande movimentação (têm movimento vibracional, rotacional e translacional).

As forças de atração entre suas partículas são baixas, conferindo a esse estado um alto grau de desordem, pois uma partícula se movimenta independentemente de suas vizinhas.

O estado gasoso é bastante diferente dos demais, possuindo forma e volume variáveis; os gases tomam a forma e o volume do recipiente que os contém. Um sistema gasoso apresenta altas compressibilidade e dilatabilidade, porque suas partículas estão distantes e podem ser aproximadas ou afastadas com facilidade.

Praticamente toda a energia das partículas gasosas é energia cinética, pois as forças de atração entre suas partículas são baixas. Contudo, a energia interna do estado gasoso é maior que a dos estados sólido e líquido.

Esquema:



A diferença entre gás e vapor

Uma substância, quando se encontra na fase gasosa, pode se apresentar sob a forma de vapor ou sob a forma de gás. Falamos em vapor quando a substância pode se transformar em líquido apenas pelo aumento da pressão, processo denominado condensação. Já o gás se transforma em líquido apenas quando a pressão e a temperatura variam simultaneamente, processo chamado de liquefação.

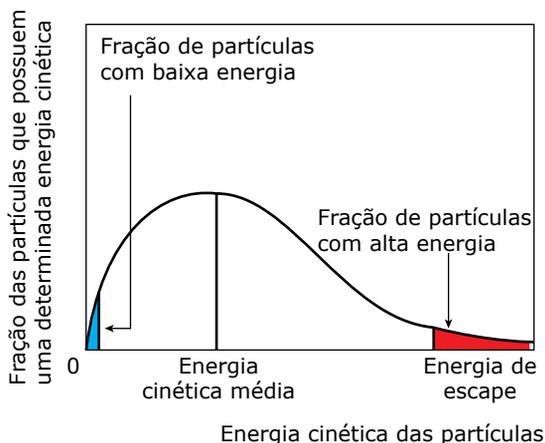
- **Calefação:** É o processo de ebulição realizado sob aquecimento excessivo. Nesse processo, a temperatura do líquido é superior à temperatura de ebulição.

Exemplo: Uma gota de água sendo jogada em uma panela muito quente.

Como ocorre a evaporação

Vimos que, para ocorrer a mudança da fase líquida para a fase gasosa, é necessária uma ruptura das interações entre as partículas que compõem a substância. Assim, quanto mais intensas forem as interações entre seus constituintes, maior será a temperatura de ebulição. Então, como é possível ocorrer vaporização mesmo quando a substância não atinge a temperatura de ebulição?

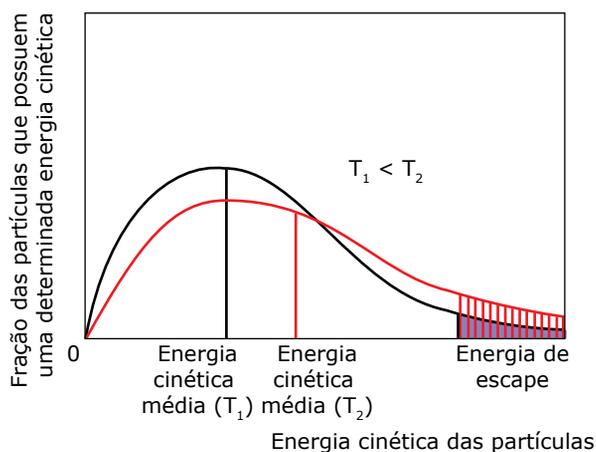
A questão é que, em todos os sistemas, as partículas constituintes não possuem a mesma energia cinética, ou seja, há uma distribuição não uniforme de energia das partículas que compõem a amostra. O gráfico a seguir ilustra essa situação.



Distribuição de energia das partículas constituintes de um sistema.

Uma pequena fração de moléculas apresenta energia muito alta (região vermelha) ou muito baixa (região azul), já a grande maioria apresenta energia cinética mediana (região branca). Para que ocorra a ruptura das interações entre as partículas constituintes de uma substância, é necessária uma energia mínima (denominada energia de escape) capaz de ocasionar tal ruptura. Assim, apenas as partículas com energia igual ou superior à energia de escape (região assinalada de vermelho no gráfico) são capazes de passar para a fase gasosa e, como a fração de partículas com essa energia em condições normais é baixa, o processo de evaporação é lento.

Ao aquecer o sistema, a distribuição de energia das partículas muda de forma que a energia cinética média aumenta e, assim, a fração de partículas com energia igual ou superior à energia de escape também aumenta. Observe no gráfico a seguir que, em T_2 (curva vermelha), a energia cinética média é maior e, portanto, mais partículas terão energia igual ou superior à de escape e o processo será um pouco mais rápido.



Influência da temperatura na energia das partículas constituintes de um sistema.

Temperaturas de mudança de estado

A) Temperatura de fusão (T.F.)

É a temperatura em que uma amostra passa do estado sólido para o estado líquido.

Exemplo: Ao nível do mar, a água entra em fusão a 0 °C.

B) Temperatura de ebulição (T.E.)

É a temperatura em que uma amostra faz a transição entre o estado líquido e o gasoso.

Exemplo: Ao nível do mar, a água entra em ebulição a 100 °C.

Você deve estar se perguntando: por que ao nível do mar? Porque as T.F. e T.E. são alteradas com o aumento da altitude.

Exemplo: Belo Horizonte está a 900 m acima do nível do mar e, assim, a T.E. da água é 98,5 °C, e não 100 °C, como em Vitória-ES, que se encontra no nível do mar.

Conhecendo as T.F. e T.E. de uma substância, sabemos qual o seu estado físico na temperatura ambiente e em qualquer outra temperatura.

Chamando de T.A. a temperatura ambiente, temos:

$T.A. < T.F. < T.E. \Rightarrow$ sólido

$T.F. < T.A. < T.E. \Rightarrow$ líquido

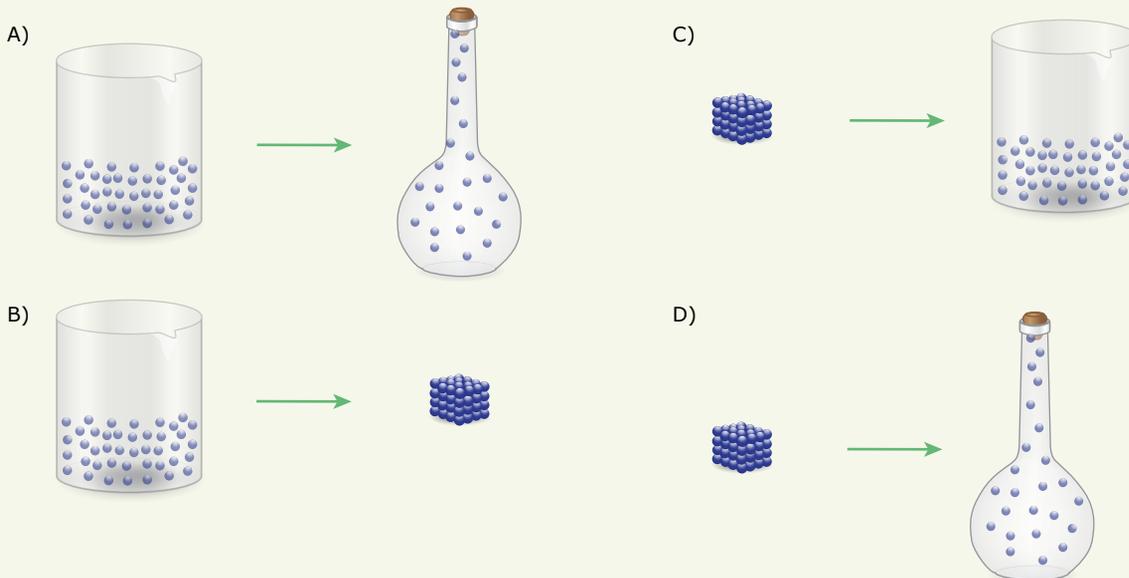
$T.F. < T.E. < T.A. \Rightarrow$ gasoso

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM

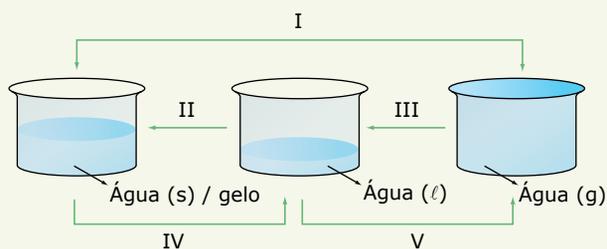


01. (CEFET-MG) As tintas à base de resinas poliméricas são usadas para personalizar vários objetos como canetas, camisetas, canecas, etc. Essas tintas também são conhecidas como “sublimáticas” devido à mudança de estado físico ocorrida durante a sua aplicação.

Representando as moléculas como simples esferas, a figura que esquematiza a transformação de estado físico mencionada anteriormente é:



02. (UnB-DF) Considere quantidades iguais de água nos três estados físicos (s = sólido; ℓ = líquido; g = gasoso) relacionados no esquema a seguir:



Julgue os itens.

- () O processo I é denominado condensação.
 - () O processo II envolve absorção de energia.
 - () O processo III é acompanhado por uma diminuição de densidade.
 - () O processo IV é denominado vaporização.
 - () Um aumento de pressão sob temperatura constante provocaria igual decréscimo de volume de água líquida e gasosa.
 - () O vapor-d'água está em um estado menos energético do que a água líquida e sólida.
- 03.** (FAMERP-SP) Durante o ciclo hidrológico ocorrem diversas mudanças de estado físico da água. Um exemplo de mudança de estado denominada sublimação ocorre quando
- A) vapor de água em elevadas altitudes transforma-se em neve.
 - B) gotículas de água transformam-se em cristais de gelo no interior das nuvens.
 - C) gotículas de água presentes nas nuvens transformam-se em gotas de chuva.
 - D) vapor de água em baixas altitudes transforma-se em neblina.
 - E) vapor de água em baixas altitudes transforma-se em orvalho.

04.
07MZ

(CEFET-RJ) O café solúvel é obtido a partir do café comum dissolvido em água. A solução é congelada e, a seguir, diminui-se bruscamente a pressão. Com isso, a água passa direta e rapidamente para o estado gasoso, sendo eliminada do sistema por sucção. Com a remoção da água do sistema, por esse meio, resta o café em pó e seco. Identifique as mudanças de estado físico ocorridas neste processo:

- A) solidificação e fusão.
B) vaporização e liquefação.
C) fusão e ebulição.
D) solidificação e sublimação.

05.

(PUC Minas) O gás carbônico pode ser obtido no estado sólido, conhecido comercialmente como gelo-seco. Um cubo de gelo-seco (CO_2 sólido), exposto às condições ambientais, sofre uma diminuição de tamanho transformando-se em um vapor. Essa mudança de fase é conhecida como

- A) evaporação. C) sublimação.
B) condensação. D) ebulição

06.
GBSU

(UTFPR) Em uma noite de inverno rigoroso uma dona de casa estendeu as roupas recém-lavadas no varal, expostas ao tempo. Pela manhã as roupas congelaram, em função do frio intenso. Com a elevação da temperatura no decorrer da manhã, começou a pingar água das roupas, em seguida elas ficaram apenas úmidas, e elas logo estavam secas.

Ocorreram nestas roupas, respectivamente, as seguintes passagens de estados físicos:

- A) Solidificação, evaporação e fusão.
B) Solidificação, fusão e evaporação.
C) Fusão, solidificação e evaporação.
D) Fusão, evaporação e solidificação.
E) Evaporação, solidificação e fusão.

07.

(UFJF-MG) O gás liquefeito de petróleo (GLP) é uma mistura de gases de hidrocarbonetos utilizado como combustível em aplicações de aquecimento e veículos. Os componentes do GLP, embora à temperatura e pressão ambiente sejam gases, são fáceis de condensar (liquefazer). Essa propriedade facilita o transporte dos mesmos através dos gasodutos. Considere uma mistura dos gases etano, propano e butano, com seus respectivos pontos de ebulição e responda às questões a seguir:

Gás	Ponto de ebulição ($^{\circ}\text{C}$) a 1 atm
Etano	-93
Propano	-45
Butano	0,6

- A) Qual dos gases estará na forma líquida a -10°C e à pressão de 1 atm?
B) Na temperatura de 5°C , qual será a composição da mistura gasosa?
C) Na temperatura de -5°C , qual será a composição da fase gasosa da mistura?
D) Abaixando-se gradativamente a temperatura a partir de 25°C , qual gás irá liquefazer primeiro?

08.
EPR1

(UFJF-MG-2022) O ar atmosférico é composto basicamente por uma mistura de gases contendo 78% de N_2 , 21% de O_2 e 0,9% de CO_2 e outros gases, incluindo vapor-d'água (aprox. 0,1%). Se, inicialmente, o ar a 25°C for resfriado até 250°C negativos gradativamente em pressão de 1 atm, podemos afirmar que, de acordo com a tabela a seguir:

Valores de Ponto de Fusão (PF) e de Ebulição (PE), em 1 atm, para os compostos N_2 e O_2

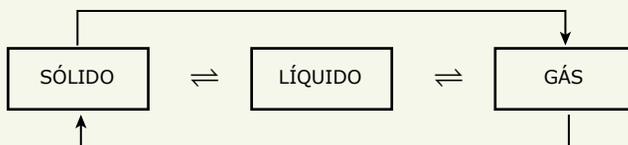
Composto	P.F. ($^{\circ}\text{C}$)	P.E. ($^{\circ}\text{C}$)
N_2	-210	-196
O_2	-219	-183

- A) a ordem de solidificação será N_2 e O_2 .
B) em -185°C somente o O_2 está na forma de gás.
C) em -198°C o N_2 estará na fase sólida.
D) em -215°C o $\text{N}_{2(g)}$ passa a ser $\text{N}_{2(l)}$; e o $\text{O}_{2(g)}$ será $\text{O}_{2(s)}$.
E) em -220°C o O_2 estará na fase gasosa.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (UFG-GO) Os processos envolvidos nas mudanças de estado físico da matéria, conforme figura a seguir, envolvem transferência de calor.



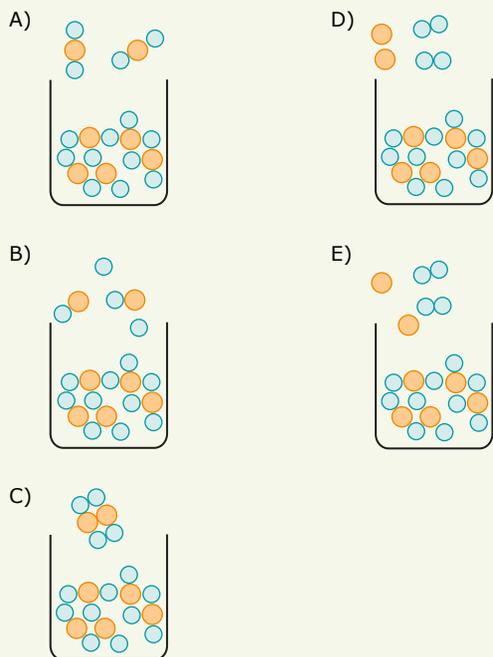
Dentre esses processos, os que envolvem, respectivamente, absorção e liberação de calor são

- A) solidificação e condensação.
B) sublimação e solidificação.
C) fusão e vaporização.
D) vaporização e fusão.
E) condensação e sublimação.

02. (UFJF-MG) Gelo-seco é o nome popular do dióxido de carbono sólido. Nas condições ambientais esse material sofre sublimação rompendo suas ligações intermoleculares. Assinale a alternativa que representa o processo de sublimação do gelo-seco.



Legenda: ● Oxigênio ● Carbono



03. (Mackenzie-SP) A passagem da água sólida para água líquida chamada de _____ é uma transformação _____.

Os termos que preenchem corretamente as lacunas são, respectivamente,

- A) solidificação e exotérmica.
- B) liquefação e endotérmica.
- C) liquefação e exotérmica.
- D) fusão e endotérmica.
- E) fusão e exotérmica.

04. (UFRGS-RS-2019) A água é uma das raras substâncias que se pode encontrar, na natureza, em três estados de agregação.

O quadro a seguir mostra algumas características dos diferentes estados de agregação da matéria.

Propriedade	Sólido	Líquido	Gasoso
Fluidez	Não fluido	Fluido	I
Mobilidade molecular	Quase nula	II	Grande
Forças de interação	Fortes	III	Fracas

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do quadro anterior, indicadas com I, II e III, respectivamente.

- A) Não fluido – Pequena – Moderadamente fortes
- B) Não fluido – Grande – Fracas
- C) Fluido – Pequena – Moderadamente fortes
- D) Fluido – Grande – Fracas
- E) Fluido – Quase nula – Muito fortes

05.

A8KY



(IFSC) Pedrinho estava com muita sede e encheu um copo com água bem gelada. Antes de beber observou que o copo ficou todo “suado” por fora, ou seja, cheio de pequenas gotículas de água na superfície externa do copo. É correto afirmar que tal fenômeno é explicado

- A) pela sublimação da água existente no copo.
- B) pela porosidade do copo que permitiu que parte da água gelada passasse para o lado de fora do copo.
- C) pela vaporização da água do copo para fora do copo.
- D) pelas correntes de convecção formada em função do aquecimento da água gelada pelo meio ambiente.
- E) pela condensação dos vapores de água da atmosfera em contato com o copo gelado.

06.

UTD9



(UESPI) No dia a dia das donas de casa, o uso da panela de pressão é comum. Quando se cozinha alimentos em panela de pressão, a temperatura atingida pela água de cozimento é superior a 100 °C ao nível do mar. Isso pode ser explicado devido

- A) à pressão a que a água de cozimento está submetida ser maior que 1 atm.
- B) a pressão a que a água de cozimento está submetida ser menor que 1 atm.
- C) a pressão a que a água de cozimento está submetida ser igual a 1 atm.
- D) ao fato de água apresentar menor pressão de vapor nessas condições.
- E) à válvula de segurança aumentar a pressão interna.

07.

(Unemat-MT) Um determinado material apresenta-se em dois momentos distintos com as seguintes características:

1. Partículas sem organização, algum movimento, forma variável e volume constante.
2. Grande espaçamento entre as partículas, movimento constante e desordenado, forma e volume variáveis.

Em relação aos estados físicos da matéria, esse material apresenta-se, respectivamente, nos seguintes estados:

- A) Sólido e líquido.
- B) Líquido e gasoso.
- C) Sólido e gasoso.
- D) Líquido e sólido.
- E) Gasoso e líquido.

- 08.** (UEPG-PR) Com base na tabela a seguir, que apresenta a temperatura de fusão e ebulição de algumas substâncias a 1 atm, analise as informações apresentadas e assinale o que for correto.



Substância	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
Água	0	100
Cloro	-101	-35
Oxigênio	-218	-183
Ácido sulfúrico	-10	338

01. À temperatura ambiente, todas as substâncias são líquidas.
 02. Na temperatura de 150 °C apenas o ácido sulfúrico é líquido.
 04. Numa mesma temperatura em que se pode encontrar a água e o ácido sulfúrico no estado sólido já se pode encontrar o cloro e o oxigênio no estado gasoso.
 08. A temperatura de ebulição dos gases cloro e oxigênio tende a aumentar em altitudes elevadas.
 Soma ()

- 09.** (EsPCEx-SP-2022) Considere a tabela de temperatura de fusão (TF) e temperaturas de ebulição (TE) de algumas substâncias hipotéticas, todas sujeitas às mesmas condições de pressão.

Material	T.F. (°C)	T.E. (°C)
Alpha	-101	-34
Bravo	-116	35
Charlie	41	182
Delta	3 550	4 827
Echo	-95	110

Acerca desta tabela e de seus dados, são feitas as seguintes afirmativas:

- I. À temperatura de 25 °C, o material Alpha está no estado sólido.
 II. À temperatura de 50 °C, os materiais Bravo e Delta estão no estado líquido.
 III. À temperatura de 30 °C, os materiais Charlie e Echo estão no estado gasoso.
 IV. À temperatura de 145 °C, os materiais Alpha, Bravo e Echo estão no estado gasoso.
 V. À temperatura de 1 450 °C, o material Delta está no estado sólido.

Das afirmativas feitas, estão corretas apenas

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

- 10.** (UNIR-RO) Considere os pontos de fusão (P.F.) e de ebulição (P.E.) das seguintes substâncias:



Substância	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
Etanol	-117	78
Clorofórmio	-63	61
Iodo	113,5	184
Éter etílico	-116	34

Analisando os dados da tabela e considerando 28 °C e 1 atm, pode-se afirmar que o estado físico de cada substância é, respectivamente,

- A) sólido, gasoso, gasoso, líquido. D) gasoso, gasoso, líquido, sólido.
 B) líquido, líquido, gasoso, sólido. E) líquido, líquido, gasoso, líquido.
 C) líquido, líquido, sólido, líquido.

SEÇÃO ENEM



01. (Enem) Alguns fenômenos observados no cotidiano estão relacionados com as mudanças ocorridas no estado físico da matéria. Por exemplo, no sistema constituído por água em um recipiente de barro, a água mantém-se fresca mesmo em dias quentes.

A explicação para o fenômeno descrito é que, nas proximidades da superfície do recipiente, a

- A) Condensação do líquido libera energia para o meio.
- B) Solidificação do líquido libera energia para o meio.
- C) Evaporação do líquido retira energia do sistema.
- D) Sublimação do sólido retira energia do sistema.
- E) Fusão do sólido retira energia do sistema.

02. GBBZ (Enem) Primeiro, em relação àquilo a que chamamos água, quando congela, parece-nos estar a olhar para algo que se tornou pedra ou terra, mas quando derrete e se dispersa, esta torna-se bafo e ar; o ar, quando é queimado, torna-se fogo; e, inversamente, o fogo, quando se contrai e se extingue, regressa à forma do ar; o ar, novamente concentrado e contraído, torna-se nuvem e nevoeiro, mas, a partir destes estados, se for ainda mais comprimido, torna-se água corrente, e de água torna-se novamente terra e pedras; e deste modo, como nos parece, dão geração uns aos outros de forma cíclica.

PLATÃO. *Timeu-Critias*. Coimbra: CECH, 2011.

Do ponto de vista da ciência moderna, os “quatro elementos” descritos por Platão correspondem, na verdade, às fases sólida, líquida, gasosa e plasma da matéria. As transições entre elas são hoje entendidas como conseqüências macroscópicas de transformações sofridas pela matéria em escala microscópica. Excetuando-se a fase de plasma, essas transformações sofridas pela matéria, em nível microscópico, estão associadas a uma

- A) troca de átomos entre as diferentes moléculas do material.
- B) transmutação nuclear dos elementos químicos do material.
- C) redistribuição de prótons entre os diferentes átomos do material.
- D) mudança na estrutura espacial formada pelos diferentes constituintes do material.
- E) alteração nas proporções dos diferentes isótopos de cada elemento presente no material.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. D
- 02. F F F F F F
- 03. A
- 04. D
- 05. C
- 06. B
- 07.
- A) Butano
- B) Etano, propano e butano
- C) Etano e propano
- D) Butano
- 08. A

Propostos

Acertei _____ Errei _____

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

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. D

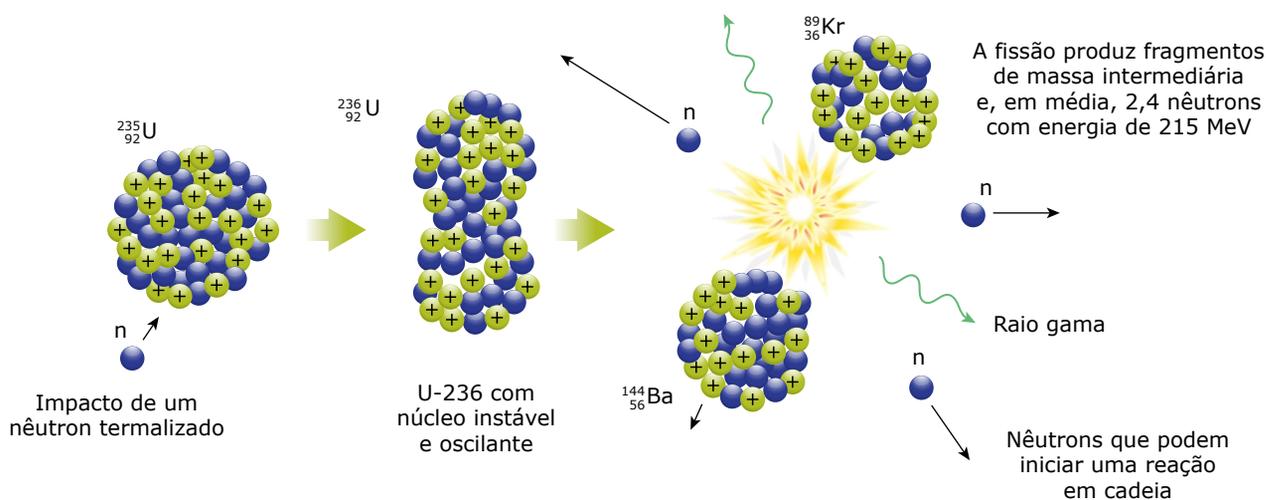
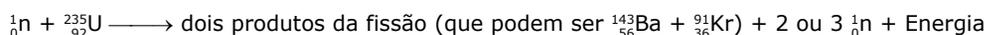


Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Reações Nucleares II

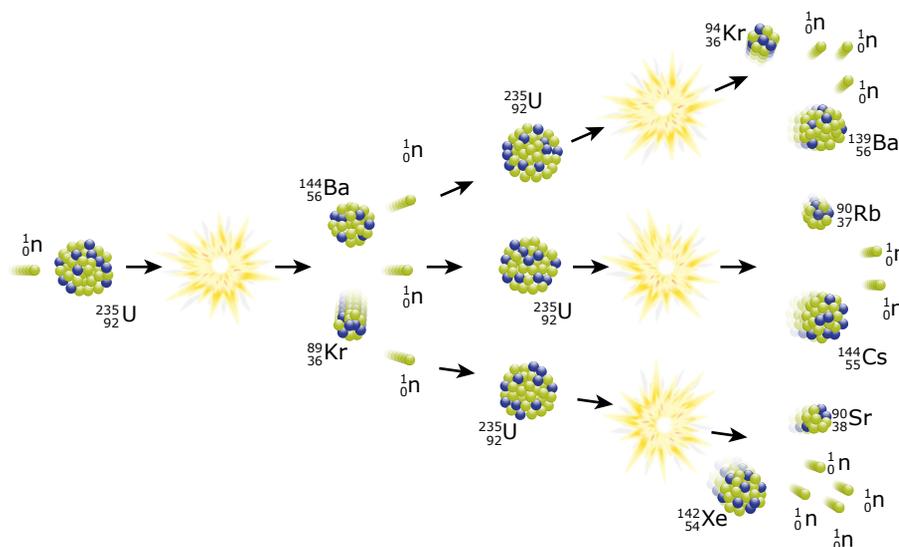
FISSÃO NUCLEAR

O processo de fissão nuclear consiste na fragmentação de um núcleo atômico a partir de sua colisão com uma partícula, formando dois núcleos menores. A fissão do urânio-235 é um exemplo de reação nuclear que pode ser utilizada para a geração de energia elétrica. Essa reação pode ser genericamente representada pela seguinte equação:



Reação de fissão do urânio-235 promovida por nêutrons termalizados (com energia cinética devido apenas à energia térmica).

Nessa reação, o combustível nuclear são os núcleos de átomos de urânio-235 radioativos que são bombardeados com nêutrons e se partem originando dois outros núcleos menores, dois ou três outros nêutrons e muita energia térmica. Os novos nêutrons gerados fissionarão novos núcleos e o processo se desenvolverá novamente, o que denominamos reação em cadeia.



Reação de fissão em cadeia do urânio-235. Nesse processo, os produtos formados são variados.

Em uma central eletronuclear, conhecida como usina nuclear, a energia elétrica é obtida a partir de reações de fissão nuclear em cadeia. Nessas usinas, a fissão dos núcleos dos átomos combustíveis libera energia térmica que aquece uma amostra de água, transformando-a em vapor. O vapor produzido, sob alta pressão, movimenta as pás de um conjunto de turbinas, o qual transforma energia térmica em energia mecânica. O movimento das turbinas está acoplado ao movimento do eixo de um gerador elétrico, que é um dispositivo que converte energia mecânica em energia elétrica.

O urânio é a principal matéria-prima utilizada na fabricação de combustíveis nucleares. Ele é encontrado na natureza, principalmente, na forma de óxidos ($\text{UO}_{2(s)}$, $\text{UO}_{3(s)}$ e $\text{U}_3\text{O}_{8(s)}$).

A composição isotópica natural dos minérios de urânio é 0,7% de U-235 e 99,3% de U-238. Todavia, apenas o radioisótopo U-235 é físsil. Portanto, nem todo urânio poderá ser utilizado em um reator nuclear para gerar energia elétrica. Então, para a produção de combustível nuclear, faz-se necessário um processo de enriquecimento de urânio, no qual será aumentada a porcentagem de U-235.

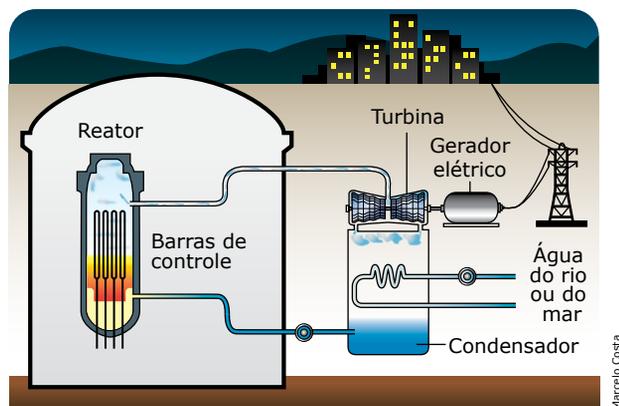
O enriquecimento do urânio consiste em um processo que aumenta o teor de U-235 em uma mistura de radioisótopos naturais de urânio em até 98%. Esse processo pode ser realizado de duas formas: utilizando ultracentrífugas ou células de efusão gasosa.

Reatores de fissão nuclear induzida

Existem basicamente dois tipos de reatores nucleares: BWR e PWR.

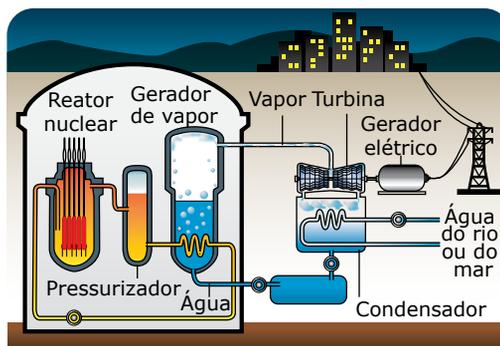
Nos reatores BWR, reatores de água fervente, o vapor-d'água que moverá as turbinas do gerador de energia elétrica é produzido pelo contato do elemento combustível com a própria água na qual ele está mergulhado. Nesse tipo de reator, existe um circuito único de resfriamento.

Uma pane ou corte no fornecimento de energia interrompe imediatamente o seu resfriamento, levando ao aumento contínuo da temperatura da água e do combustível e da quantidade de vapor-d'água produzido. Conseqüentemente, ocorre o aumento da pressão, podendo até fundir o combustível e originar uma explosão, como aconteceu em 2011 na usina de Fukushima Daiichi, no Japão.



Esquema de funcionamento de uma usina nuclear com um reator de água fervente BWR.

Os reatores PWR, reatores de água pressurizada, possuem um sistema de refrigeração dividido em dois circuitos independentes, denominados primário e secundário. No circuito primário, a água líquida, por contato direto, resfria as varetas do elemento combustível onde ocorrem as fissões dos átomos de urânio ou plutônio, cuja temperatura é cerca de 320 °C. Para que a água não entre em ebulição, o que ocorreria normalmente aos 100 °C, ela é pressurizada a 150 atm. O circuito secundário é o responsável por gerar o vapor que moverá as turbinas do gerador de energia elétrica. O gerador de vapor realiza uma troca de energia térmica entre a água do primeiro circuito (alta temperatura) e a do circuito secundário (temperatura ambiente) sem que haja contato direto entre as "duas águas". Com essa troca de energia térmica, a água do circuito secundário se transforma em vapor e movimenta a turbina que, por sua vez, aciona o gerador elétrico.



Esquema de funcionamento de uma usina nuclear com um reator de água pressurizada PWR.

Em casos de uma pane no circuito primário, os demais circuitos podem continuar a funcionar, o que aumenta o tempo destinado ao seu reparo. A existência desses dois circuitos impede o contato da água que passa pelo reator com as demais águas de arrefecimento.

Em ambos os reatores, o vapor-d'água, após movimentar as turbinas do gerador, é resfriado (condensado) por contato indireto com um circuito independente que utiliza água na temperatura ambiente de um grande reservatório, geralmente um rio ou mar.



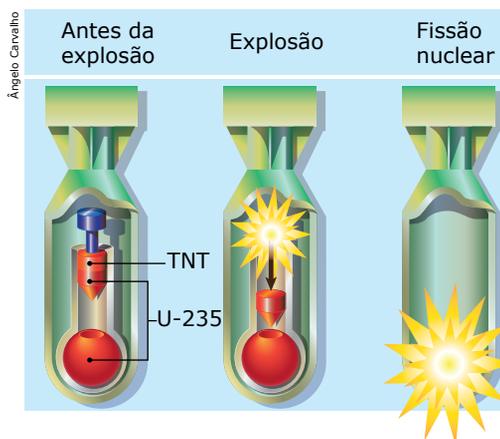
Disputa tecnológica e o desastre de Chernobyl

Assista à videoaula para entender como os investimentos e pesquisas em inovação durante a Guerra Fria chegaram ao ponto de ocasionar uma grave tragédia nuclear.

Bombas atômicas (Bomba A)

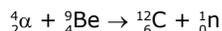
As primeiras armas nucleares de fissão foram construídas pelos Estados Unidos e utilizadas em guerra, pela primeira e única vez, em agosto de 1945, ao serem lançadas sobre as cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki, encerrando a Segunda Guerra Mundial. Esse tipo de artefato bélico utiliza como combustível físsil o urânio (U-235) ou o plutônio (Pu-239). Inicialmente, esses elementos, na forma metálica ou de óxidos, ficam armazenados separadamente como massas subcríticas isoladas. Quando a bomba é acionada, essas massas são agrupadas, dando origem a uma massa supercrítica, que corresponde à quantidade, em massa, de material necessária para iniciar uma fissão em cadeia. A reação em cadeia consiste em um processo no qual ocorre um crescimento exponencial da quantidade de núcleos fissionados e da energia térmica produzida, gerando superaquecimento. As massas subcríticas podem ser agrupadas por um dos dois métodos a seguir:

- **Explosão:** um pedaço de urânio físsil subcrítico é disparado contra um alvo de urânio físsil, também subcrítico, a partir da explosão gerada por explosivos químicos (TNT, por exemplo). Ao se juntarem, essas massas formam uma massa supercrítica.



Esquema de funcionamento de uma bomba atômica por explosão.

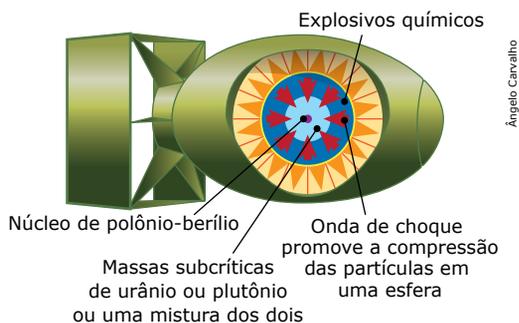
Para que a fissão se inicie, é necessário que nêutrons sejam gerados no interior da massa crítica. O sistema gerador de nêutrons corresponde a uma pequena esfera formada por duas partes, uma de polônio e outra de berílio, separadas por uma lâmina. Quando há o agrupamento das massas subcríticas, a lâmina é rompida e as partículas alfa emitidas pelo polônio começam a colidir com o berílio-9, produzindo carbono-12 e liberando nêutrons de acordo com a seguinte equação:



U.S. Air Force

Bomba atômica Little Boy, cujo dispositivo de detonação é do tipo explosão, foi lançada sobre a cidade de Hiroshima pelo bombardeiro B-29 Enola Gay. Ela possuía comprimento de 3,2 m, diâmetro de 73 cm, massa de 4 400 kg e potência de 14,5 ktons (energia equivalente à energia liberada pela detonação de 14,5 mil toneladas de TNT).

- **Implosão:** nesse método, as massas subcríticas de U-235, Pu-239, ou uma combinação dos dois, rodeia uma esfera de polônio-berílio e estas, por sua vez, são rodeadas por explosivos químicos que, ao serem detonados, criam uma onda de choque, comprimindo-as e formando uma massa supercrítica.



Ângelo Carvalho

Esquema de funcionamento de uma bomba atômica por implosão.

Um grande desafio em todos os modelos de arma nuclear é garantir que uma fração significativa do combustível seja consumida antes que a arma seja destruída. A bomba *Fat Man*, detonada em Nagasaki, usou 6,2 kg (cerca de 350 mL de volume) de Pu-239. Estima-se que apenas 20% do plutônio tenha sofrido fissão; o resto, cerca de 5 kg, foi espalhado, provocando a contaminação da população sobrevivente com radiação.

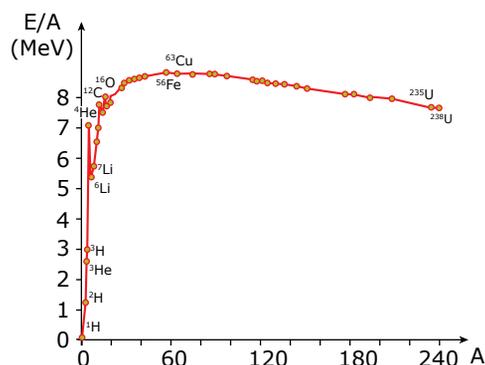


U.S. Air Force

Bomba atômica Fat Man, cujo dispositivo de detonação é do tipo implosão, foi lançada sobre a cidade de Nagasaki. Essa bomba possuía comprimento de 3,5 m, diâmetro de 1,5 m, massa de 4 536 kg e potência de 23 ktons (energia equivalente à energia liberada pela detonação de 23 mil toneladas de TNT).

FUSÃO NUCLEAR

O processo de fusão consiste na formação de um núcleo mais estável a partir da reunião de dois núcleos que apresentam baixos valores de massa atômica (MA). O aumento da estabilidade vem do fato de que o valor de massa atômica do núcleo formado se encontra mais próximo de 60, para o qual a energia de ligação por núcleon passa por um máximo.



As energias de ligação médias para os núcleos estáveis.

A análise do gráfico anterior revela que núcleos com número de núcleons em torno de 240, termodinamicamente, tendem a sofrer fissão, e os de número de núcleons inferiores a 30 tendem a sofrer fusão.

Ainda é possível verificar que as reações de fusão nuclear liberam maior quantidade de energia do que os processos de fissão. Sendo assim, o domínio tecnológico do processo de fusão levará a uma grande revolução nas matrizes energéticas utilizadas atualmente.

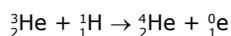
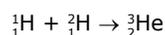
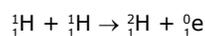
Como a energia de ativação do processo de fusão (energia necessária para vencer a repulsão entre os núcleos a serem fundidos) é muito elevada, esse processo em nosso planeta só ocorre de forma induzida, utilizando-se temperaturas próximas da temperatura do núcleo do Sol.

Para que ocorra a fusão são necessárias altas temperaturas ou alta pressão para que a repulsão entre as cargas positivas dos núcleos a serem fundidos seja vencida.

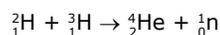
Em temperaturas elevadas, os núcleos apresentam uma alta energia cinética translacional e, quando se aproximam de outros núcleos, a repulsão os desacelera, mas não evita a colisão entre eles e a consequente fusão.

Altas pressões são necessárias porque os núcleos a serem fundidos devem estar a uma distância da ordem de $1 \cdot 10^{-15}$ metros um do outro. Como a massa do Sol é muito maior do que a massa da Terra, a sua força gravitacional faz com que os núcleos a serem fundidos estejam, em média, mais próximos e, por isso, a temperatura necessária para ocorrência da fusão de núcleos de hidrogênio no núcleo do Sol é bem menor do que em nosso planeta. A fusão estimulada em nosso planeta requer temperaturas da ordem de 100 milhões de Kelvin, que correspondem, aproximadamente, a uma temperatura seis vezes maior do que a temperatura do núcleo do Sol.

Os estudos espectroscópicos indicam que o Sol é composto de 73% de hidrogênio, 26% de hélio e 1% de outros elementos em massa. Dentre os vários possíveis processos de fusão que podem ocorrer no núcleo do Sol, os principais são os seguintes:



Dentre esses processos, o que requer menor energia para ocorrer é a fusão entre deutério (${}^2_1\text{H}$) e trítio (${}^3_1\text{H}$):



Essa reação ocorre em uma temperatura de, aproximadamente, 40 000 000 K. É por esse motivo que se utiliza uma mistura desses dois isótopos do hidrogênio nos processos de fusão induzida em reatores.

Em 1989, os cientistas Martin Fleischmann, da Universidade de Southampton, na Inglaterra, e Stanley Pons, da Universidade de Utah, nos Estados Unidos, anunciaram ter conseguido realizar a fusão a baixas temperaturas, o que revolucionaria as formas de produção e consumo de energia. Entretanto, vários grupos de cientistas tentaram reproduzir o experimento sem sucesso, o que levou Fleischmann e Pons a serem vistos como farsantes por boa parte da comunidade científica.

Bomba de hidrogênio (Bomba H)

As bombas de hidrogênio são dispositivos bélicos com capacidade destrutiva 200 vezes maior do que as bombas atômicas lançadas em Hiroshima e Nagasaki na Segunda Guerra Mundial.

A primeira bomba de hidrogênio, ou simplesmente bomba H, foi detonada em 1º de novembro de 1952 no atol de Eniwetok (Ilhas Marshall). Esse foi o único episódio de testes desse tipo de artefato na história.

Nesse tipo de bomba, o detonador primário, ou espoleta, é uma bomba de fissão nuclear, que utiliza como combustível urânio ou plutônio. Ao ser detonada, a espoleta libera quantidade de energia suficiente para elevar a temperatura e permitir a fusão de núcleos de deutério e de trítio (gerados a partir dos nêutrons da fissão e lítio-6 confinado em seu interior).

QUAIS SÃO AS VANTAGENS DA ENERGIA NUCLEAR?



As principais vantagens da energia nuclear são as seguintes:

- Não gera gases que agravam o efeito estufa.
- Não gera poluição atmosférica, pois não gera gases de enxofre, nitrogênio e particulados.
- Requer pequena área para sua instalação.
- Não depende da sazonalidade climática: chuvas, ventos e luminosidade.
- Sua fonte de energia gera maior relação energia / massa.
- A quantidade de resíduos radioativos gerados é extremamente pequena e compacta.
- A tecnologia do processo é bastante conhecida.

QUAIS SÃO AS DESVANTAGENS DA ENERGIA NUCLEAR?



As principais desvantagens da energia nuclear são as seguintes:

- Necessidade de armazenar os resíduos nucleares em locais isolados e protegidos por um longo tempo.
- Necessidade de isolar a usina nuclear após o encerramento de suas atividades.
- Pequeno tempo de vida útil de uma usina nuclear, no máximo 50 anos.
- Alto custo de implantação de uma usina quando comparada às demais fontes de energia em razão da tecnologia e segurança empregadas.
- Produção de impactos ambientais devido ao aquecimento de ecossistemas aquáticos pela água de resfriamento dos reatores.
- Grande risco de acidente na usina nuclear.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



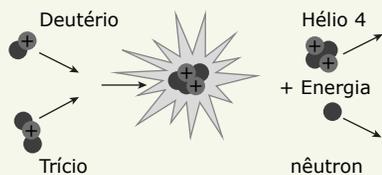
- 01.** (UFPE) A fissão nuclear é um processo pelo qual núcleos atômicos
- de elementos mais leves são convertidos a núcleos atômicos de elementos mais pesados.
 - emitem radiação beta e estabilizam.
 - de elementos mais pesados são convertidos a núcleos atômicos de elementos mais leves.
 - absorvem radiação gama e passam a emitir partícula alfa.
 - absorvem nêutrons e têm sua massa atômica aumentada em uma unidade.

- 02.** (UEPG-PR) Com relação aos processos de fusão e fissão nuclear, assinale o que for correto.

01. Fusão nuclear consiste na junção de núcleos pequenos formando núcleos maiores e liberando uma grande quantidade de energia.
02. Fissão nuclear é o processo de quebra de núcleos grandes em núcleos menores, liberando grande quantidade de energia.
04. A fusão nuclear exige grande quantidade de energia para ocorrer.
08. O processo de fissão nuclear é aproveitado pelo homem para a geração de energia elétrica a partir da energia nuclear em usinas termonucleares.
16. O processo de fusão nuclear ocorre naturalmente no Sol, onde a temperatura é suficientemente alta para que ocorra a fusão dos átomos de hidrogênio formando átomos mais pesados.

Soma ()

- 03.** (Unifor-CE) A principal reação que ocorre no interior do Sol ocorre entre dois prótons de hidrogênio, liberando energia numa taxa extremamente lenta que não apresenta importância para produção de energia industrial (esta reação resulta em alta geração de energia no Sol devido à enorme quantidade de hidrogênio termicamente isolado existente no seu centro). Na reação de conversão, o hidrogênio na forma de deutério e trítio fundem-se formando o gás nobre hélio, liberando energia e um nêutron como produtos da reação, conforme a figura a seguir.



Disponível em: http://www.plasma.inpe.br/LAP_Portal/LAP_Sitio/Texto/Reacoes_de_Fusao.htm.

A reação que ocorre entre o deutério e o trítio formando o hélio no texto citado anteriormente é:

- uma reação química.
- uma reação físico-química.
- uma reação nuclear.
- uma reação biológica.
- uma reação ecológica.

04.



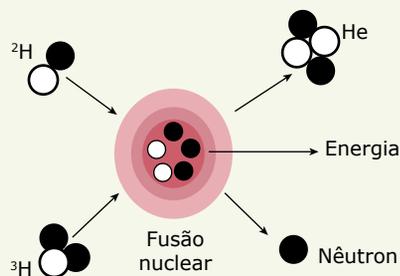
(UFPA-MG) Fissão nuclear é a divisão de um núcleo atômico pesado e instável que ocorre, por exemplo, por bombardeamento desse núcleo com nêutrons, liberando energia. A alternativa que corretamente representa uma equação de fissão nuclear é:

- ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{55}^{144}\text{Cs} + {}_{37}^{90}\text{Rb} + 3{}_0^1\text{n}$
- ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{56}^{235}\text{Ba} + {}_{36}^{235}\text{Kr}$
- ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{92}^{238}\text{U} + 3{}_0^1\text{n}$
- ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{56}^{140}\text{Ba} + {}_{36}^{93}\text{Kb} + 3{}_0^1\text{n}$

- 05.** (UFSC-2022)

Maior reator de fusão nuclear do mundo começa a ser construído na França

As obras de montagem do maior reator de fusão nuclear do mundo foram iniciadas em julho de 2020, no sul da França. O reator pretende replicar o processo pelo qual o Sol gera sua energia: a fusão de átomos de hidrogênio. Para tal, o reator vai aquecer dois isótopos de hidrogênio, deutério (${}^2\text{H}$) e trítio (${}^3\text{H}$), a uma temperatura de aproximadamente 150 milhões de graus Celsius. A reação produz um núcleo de hélio e um nêutron com alta energia. Essa energia, transformada em calor, poderá ser usada para produzir eletricidade e promete ser mais “limpa”, gerando uma quantidade menor e menos tóxica de resíduos do que os processos de fissão nuclear atualmente em uso. O projeto, denominado “ITER”, tem como principal propósito mostrar que a fusão nuclear em larga escala é viável e pode se tornar uma alternativa eficiente para a geração de energia limpa.



Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2020/08/maior-reator-de-fusao-nuclear-do-mundo-comeca-a-ser-construido-na-franca.shtml>.
Acesso em: 22 out. 2021.

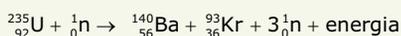
Sobre o tema, é correto afirmar que:

01. o átomo de hélio resultante da fusão nuclear tem em seu núcleo dois prótons e dois nêutrons.
02. na fusão nuclear, os elétrons de dois átomos fundem-se no núcleo para produzir um elemento de maior massa atômica do que os átomos originais.
04. a fusão nuclear é semelhante à fissão nuclear, já que, em ambos os processos, há a formação de átomos "pesados", oriundos da união de prótons e nêutrons para formar o núcleo do átomo resultante.
08. nas condições descritas para o processo de fusão, o deutério e o trítio estarão no estado sólido, o que facilitará o controle do processo.
16. o processo de fusão que será conduzido no ITER pode ser descrito pela reação $\text{He}_{(g)} \rightarrow 2\text{H}_{(g)} + 3\text{H}_{(g)} + \text{n}$.
32. os isótopos de hidrogênio, deutério e trítio têm em comum o fato de possuírem um único próton no núcleo.

Soma ()



06. (UnirG-TO) Os reatores nucleares produzem energia a partir da fissão nuclear conforme esquema a seguir que descreve o bombardeamento do U por nêutrons. Analisando a equação que descreve esta fissão nuclear, podemos afirmar que:



- A) O urânio-235 sofre fissão e gera dois isótonos, três nêutrons e energia.
- B) O urânio-235 sofre fissão e gera dois átomos distintos, três nêutrons e energia.
- C) O urânio-235 sofre fissão e gera dois isóbaros, três nêutrons e energia.
- D) O urânio-235 sofre fissão e gera dois isótopos, três nêutrons e energia.

07. (Mackenzie-SP) A respeito dos processos de fissão e fusão nuclear, assinale a alternativa correta.

- A) A fusão nuclear é o processo de junção de núcleos atômicos menores formando núcleos atômicos maiores, absorvendo uma grande quantidade de energia.
- B) A fissão nuclear é o processo utilizado na produção de energia nas usinas atômicas, com baixo impacto ambiental, sendo considerada uma energia limpa e sem riscos.
- C) No Sol ocorre o processo de fissão nuclear, liberando uma grande quantidade de energia.
- D) A equação: ${}_0^1\text{n} + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{56}^{140}\text{Ba} + {}_{36}^{93}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n}$, representa uma reação de fissão nuclear.
- E) O processo de fusão nuclear foi primeiramente dominado pelos americanos para a construção das bombas atômicas de Hiroshima e Nagasaki.

08. (PUC RS) Uma das consequências do terremoto em Fukushima, no Japão, em março de 2011, foi o acidente em usinas nucleares. Nessas usinas, a energia é obtida a partir do bombardeamento de urânio-235, de modo que, ao formar um núcleo instável, esse se fragmenta em dois núcleos distintos, liberando novos nêutrons que colidirão com outros núcleos sucessivamente, em uma reação em cadeia. A alta energia liberada nesse processo aquece água que vaporiza e coloca em movimento turbinas, produzindo energia elétrica.

Com base nessas informações, é correto afirmar que

- A) o elemento instável é o urânio-234.
- B) o processo descrito é uma fissão nuclear.
- C) nesse processo não há produção de radiações gama.
- D) a fusão do urânio é responsável pela produção de elevada energia.
- E) ao colidir o nêutron com o núcleo de urânio, há alteração na eletrosfera desse átomo.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (PUC-Campinas-SP) A fusão nuclear é um processo em que dois núcleos se combinam para formar um único núcleo, mais pesado. Um exemplo importante de reações de fusão é o processo de produção de energia no Sol, e das bombas termonucleares (bomba de hidrogênio). Podemos dizer que a fusão nuclear é a base de nossas vidas, uma vez que a *energia solar*, produzida por esse processo, é indispensável para a manutenção da vida na Terra.

Reação de fusão nuclear: ${}^2\text{H} + {}^3\text{H} \rightarrow {}^4\text{He} + \text{n}$

Disponível em: <http://portal.if.usp.br> (Adaptação).

Representam isótopos, na reação de fusão nuclear apresentada, apenas:

- A) ${}^2\text{H}$ e ${}^4\text{He}$
- B) ${}^3\text{H}$ e ${}^4\text{He}$
- C) ${}^2\text{H}$ e n
- D) ${}^2\text{H}$ e ${}^3\text{H}$
- E) ${}^4\text{He}$ e n

02.



(FASEH-MG) As reações nucleares podem liberar enormes quantidades de energia, e os reatores nucleares são muito usados na produção de energia.

Assinale a alternativa que apresenta o processo nuclear que representa uma fissão nuclear.

- A) O urânio-235 é atacado por nêutrons produzindo criptônio-91, bário-142 e nêutrons.
- B) O deutério (${}^2_1\text{H}$) e trítio (${}^3_1\text{H}$) reagem para produzir gás hélio (${}^4_2\text{He}$) e nêutrons.
- C) O urânio-238 perde uma partícula alfa produzindo tório-234.
- D) O mercúrio-201 sofre captura de elétrons produzindo o ouro-201.

03.

(UESB-BA) Radioatividade é a propriedade que alguns tipos de átomos instáveis apresentam de emitir energia e partículas subatômicas, o que se convencionou chamar de decaimento radioativo ou desintegração nuclear. Fissão e fusão nuclear são dois tipos de reações nucleares.

Considerando-se as informações sobre radioatividade, analise as afirmativas e marque com V as verdadeiras e com F as falsas.

- () Fissão nuclear é o processo de divisão de um átomo para formar dois outros, de menor massa.
- () Fusão nuclear é o processo de colisão de dois átomos para formar um terceiro, de maior massa.
- () O modelo atômico de Dalton pode ser usado para explicar as propriedades de radioisótopos.
- () A quantidade de nêutrons, que são eletricamente neutros, não interfere na atividade de radioisótopos.
- () As reações que ocorrem na região de maior massa do átomo envolvem maior quantidade de energia que aquelas que ocorrem na região de menor massa do átomo.

A alternativa que contém a sequência correta, de cima para baixo, é a:

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

04.

(UEL-PR) O desastre de Chernobyl ocorreu em 1986, lançando grandes quantidades de partículas radioativas na atmosfera. Usinas nucleares utilizam elementos radioativos com a finalidade de produzir energia elétrica a partir de reações nucleares.

Com base nos conhecimentos sobre os conceitos de radioatividade, assinale a alternativa correta.

- A) A desintegração do átomo de ${}^{210}_{83}\text{Bi}$ em ${}^{210}_{84}\text{Po}$ ocorre após a emissão de uma onda eletromagnética gama.
- B) A desintegração do átomo ${}^{235}_{92}\text{U}$ em ${}^{231}_{90}\text{Th}$ ocorre após a emissão de uma partícula beta.
- C) A fusão nuclear requer uma pequena quantidade de energia para promover a separação dos átomos.
- D) A fusão nuclear afeta os núcleos atômicos, liberando menos energia que uma reação química.
- E) A fissão nuclear do átomo de ${}^{235}_{92}\text{U}$ ocorre quando ele é bombardeado por nêutrons.

05.

6UAA



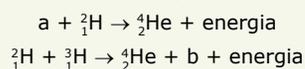
(EBMSP-2021) Pesquisas que levaram à descoberta dos elementos químicos rádio e polônio são destaque no filme *Radioactive* que conta a história de Marie Curie, imigrante polonesa moradora de Paris, que teve uma carreira científica de impacto no mundo por ter lançado, ao lado do marido Pierre Curie, as bases para a compreensão da radioatividade. Marie Curie, cientista obstinada, foi a primeira mulher a ganhar o Prêmio Nobel de Física, em 1903. Ganhou, também, o Nobel de Química, em 1911, pela descoberta dos elementos rádio e polônio.

Com base nos seus conhecimentos sobre a Tabela Periódica e a Radioatividade, é correto afirmar:

- A) O isótopo ${}_{88}\text{Ra}^{226}$ é instável e, ao emitir uma partícula beta, ${}^0_{-1}\beta$, forma o elemento químico ${}_{87}\text{Fr}^{228}$.
- B) A exposição prolongada às radiações emitidas por radioisótopos pode levar a alterações no material genético das células.
- C) O rádio, Ra, e o polônio, Po, são elementos químicos artificiais sintetizados em laboratório a partir de reações nucleares.
- D) A energia obtida no processo de fissão nuclear é decorrente da interação entre núcleos atômicos de elementos radioativos.
- E) O polônio, ${}_{84}\text{Po}^{210}$, é um isótopo que no período de sua meia-vida perde toda capacidade de emitir radiações alfa, ${}^4_2\alpha$.

06.

(UPF-RS) No último dia 9 de agosto, o Japão lembrou os 71 anos do bombardeio de Nagasaki. Uma fusão nuclear consiste na união de dois núcleos atômicos, com grande liberação de energia. A seguir, apresentam-se representações de duas equações de fusão nuclear.



Assinale a alternativa que informa corretamente o que representam a e b, respectivamente.

- A) Partícula alfa e nêutron.
- B) Núcleo de deutério e nêutron.
- C) Núcleo de hidrogênio e próton.
- D) Núcleo de deutério e neutrino.
- E) Nêutron e fóton.

- 07.** (Unit-AL-2019) Recentemente foi anunciado pela empresa Tokamak Energy que novos projetos visando à geração de energia a partir de fusão nuclear serão propostos. Espera-se que, em 2030, seja obtida uma oferta comercial de eletricidade por reatores de fusão. Para o projeto, a transformação de isótopos de hidrogênio (deutério, ${}^2_1\text{H}$, e trítio, ${}^3_1\text{H}$) em hélio continuará sendo a principal reação nuclear.

A alternativa que informa corretamente as características do processo na reação nuclear em questão é a:

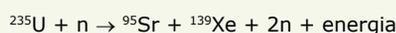
- A) Radiação gama é liberada quando dois núcleos de deutério são fundidos.
- B) Temperaturas mais baixas favorecem o processo de fusão nuclear.
- C) É possível obter trítio a partir de deutério pela fusão com uma partícula alfa.
- D) A fusão nuclear envolve a atração entre as partículas que constituem o núcleo atômico.
- E) A fusão de um núcleo de deutério com um de trítio resulta na formação de um átomo de hélio e liberação de um nêutron.

- 08.** (UECE) O Sol é responsável pela temperatura, pela evaporação, pelo aquecimento e por muitos processos biológicos que ocorrem em plantas e animais. Sua massa é muito maior que a massa do planeta Terra. A temperatura média na superfície do Sol chega a milhares de graus Celsius. A luz solar chega ao planeta Terra em poucos minutos, pois ela viaja a uma velocidade de 300 000 km/s. Com relação ao Sol, assinale a afirmação verdadeira.

- A) Na parte mais interior da estrela, ocorrem reações químicas como, por exemplo, a fissão nuclear entre átomos de hidrogênio.
- B) Do ponto de vista químico, o Sol é formado pelos seguintes elementos: 73% de hélio, 25% de hidrogênio e 27% de outros elementos.
- C) Na parte do núcleo do Sol ocorre atrito constante de partículas de hélio. Esse processo é o responsável pela fusão nuclear que transforma massa em energia.
- D) As reações nucleares do Sol transformam o hidrogênio em hélio e nessa transformação é liberada uma enorme quantidade de energia.

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem) A energia nuclear é uma alternativa aos combustíveis fósseis que, se não gerenciada de forma correta, pode causar impactos ambientais graves. O princípio da geração dessa energia pode se basear na reação de fissão controlada do urânio por bombardeio de nêutrons, como ilustrado:



Um grande risco decorre da geração do chamado lixo atômico, que exige condições muito rígidas de tratamento e armazenamento para evitar vazamentos para o meio ambiente.

Esse lixo é prejudicial, pois

- A) favorece a proliferação de microrganismos termófilos.
- B) produz nêutrons livres que ionizam o ar, tornando-o condutor.
- C) libera gases que alteram a composição da atmosfera terrestre.
- D) acentua o efeito estufa decorrente do calor produzido na fissão.
- E) emite radiação capaz de provocar danos à saúde dos seres vivos.

- 02.** (Enem)

A bomba

reduz neutros e neutrinos, e abana-se com o leque da
reação em cadeia

ANDRADE, C. D. *Poesia completa e prosa*.
Rio de Janeiro: Aguilar, 1973. [Fragmento]

Nesse fragmento de poema, o autor refere-se à bomba atômica de urânio. Essa reação é dita "em cadeia" porque na

- A) fissão do ${}^{235}\text{U}$ ocorre liberação de grande quantidade de calor, que dá continuidade à reação.
- B) fissão de ${}^{235}\text{U}$ ocorre liberação de energia, que vai desintegrando o isótopo ${}^{238}\text{U}$, enriquecendo-o em mais ${}^{235}\text{U}$.
- C) fissão do ${}^{235}\text{U}$ ocorre uma liberação de nêutrons, que bombardearão outros núcleos.
- D) fusão do ${}^{235}\text{U}$ com ${}^{238}\text{U}$ ocorre formação de neutrino, que bombardeará outros núcleos radioativos.
- E) fusão do ${}^{235}\text{U}$ com ${}^{238}\text{U}$ ocorre formação de outros elementos radioativos mais pesados, que desencadeiam novos processos de fusão.

- 03.** (Enem) A elevação da temperatura das águas de rios, lagos e mares diminui a solubilidade do oxigênio, pondo em risco as diversas formas de vida aquática que dependem desse gás. Se essa elevação de temperatura acontece por meios artificiais, dizemos que existe poluição térmica. As usinas nucleares, pela própria natureza do processo de geração de energia, podem causar esse tipo de poluição.

Que parte do ciclo de geração de energia das usinas nucleares está associada a esse tipo de poluição?

- A) Fissão do material radioativo.
- B) Condensação do vapor-d'água no fim do processo.
- C) Conversão de energia das turbinas pelos geradores.
- D) Aquecimento da água líquida para gerar vapor-d'água.
- E) Lançamento do vapor-d'água sobre as pás das turbinas.

04. (Enem) O funcionamento de uma usina nucleoeleétrica típica baseia-se na liberação de energia resultante da divisão do núcleo de urânio em núcleos de menor massa, processo conhecido como fissão nuclear. Nesse processo, utiliza-se uma mistura de diferentes átomos de urânio, de forma a proporcionar uma concentração de apenas 4% de material físsil. Em bombas atômicas, são utilizadas concentrações acima de 20% de urânio físsil, cuja obtenção é trabalhosa, pois, na natureza, predomina o urânio não-físsil. Em grande parte do armamento nuclear hoje existente, utiliza-se, então, como alternativa, o plutônio, material físsil produzido por reações nucleares no interior do reator das usinas nucleoeleétricas. Considerando-se essas informações, é correto afirmar que

- A) a disponibilidade do urânio na natureza está ameaçada devido à sua utilização em armas nucleares.
- B) a proibição de se instalarem novas usinas nucleoeleétricas não causaria impacto na oferta mundial de energia.
- C) a existência de usinas nucleoeleétricas possibilita que um de seus subprodutos seja utilizado como material bélico.
- D) a obtenção de grandes concentrações de urânio físsil é viabilizada em usinas nucleoeleétricas.
- E) a baixa concentração de urânio físsil em usinas nucleoeleétricas impossibilita o desenvolvimento energético.

05. (Enem) Na música "Bye, bye, Brasil", de Chico Buarque de Holanda e Roberto Menescal, os versos

puseram uma usina no mar
talvez fique ruim pra pescar

poderiam estar se referindo à usina nuclear de Angra dos Reis, no litoral do estado do Rio de Janeiro.

No caso de tratar-se dessa usina, em funcionamento normal, dificuldades para a pesca nas proximidades poderiam ser causadas

- A) pelo aquecimento das águas, utilizadas para refrigeração da usina, que alteraria a fauna marinha.
- B) pela oxidação de equipamentos pesados e por detonações que espantariam os peixes.
- C) pelos rejeitos radioativos lançados continuamente no mar, que provocariam a morte dos peixes.
- D) pela contaminação por metais pesados dos processos de enriquecimento do urânio.
- E) pelo vazamento de lixo atômico colocado em tonéis e lançado ao mar nas vizinhanças da usina.

SEÇÃO FUVEST/UNICAMP/UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. Soma = 31
- 03. C
- 04. D
- 05. Soma = 33
- 06. B
- 07. D
- 08. B

Propostas

Acertei _____ Errei _____

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

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. E
- 02. C
- 03. B
- 04. C
- 05. A

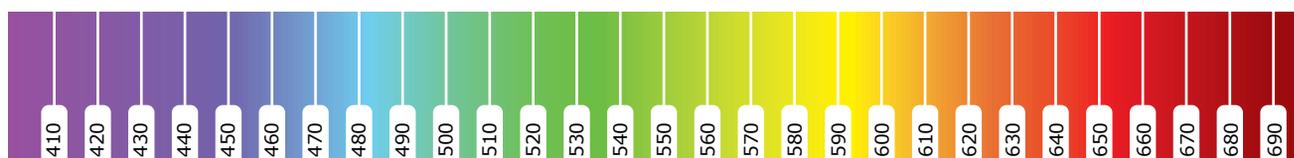


Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Teoria Quântica Antiga

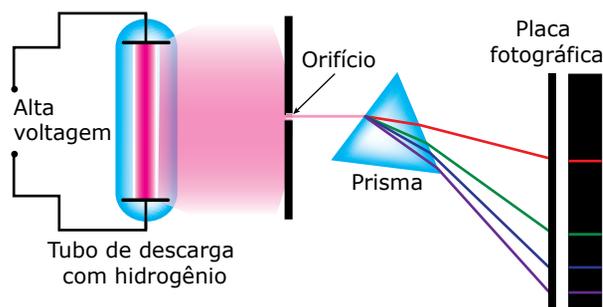
ESPECTROS CONTÍNUOS E DESCONTÍNUOS

Quando um sólido é aquecido, ele emite radiação que independe da natureza do sólido, dependendo apenas da temperatura a qual ele está submetido. Ao passarmos essa radiação por um prisma, ocorre a sua decomposição em diferentes comprimentos de onda, produzindo um espectro de cores. Nesse espectro, o violeta funde-se ao azul; o azul, ao verde, e assim por diante, sem nenhuma interrupção. Esse espectro é denominado contínuo.



Espectro contínuo. Em destaque, os comprimentos de onda em nm.

Entretanto, nem todos os materiais produzem espectros contínuos. Ao aplicarmos uma alta voltagem a uma amostra gasosa submetida à baixa pressão, ocorre a emissão de luz. Quando passamos essa luz por um prisma, obtemos um espectro descontínuo, ou seja, que não contém luz de todos os comprimentos de onda.



Esquema do espectro descontínuo de emissão do hidrogênio.

Apenas linhas de poucos comprimentos de onda estão presentes e são separadas por regiões negras, que correspondem aos comprimentos de onda que não foram emitidos.

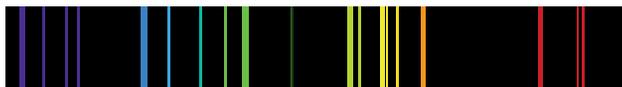


Espectro de emissão do hidrogênio.

Ao substituírmos o gás submetido a baixas pressões e à alta voltagem elétrica, obtemos espectros distintos e específicos.



Espectro de emissão do hélio.



Espectro de emissão do carbono.

Se uma luz que venha de uma fonte luminosa atravessar um gás, este pode extrair determinadas energias do espectro contínuo. Então, o que vemos são linhas escuras nas zonas do espectro de onde a energia foi extraída. Essas linhas escuras são denominadas linhas de absorção.



Espectro de absorção do carbono.

OBSERVAÇÃO

Se superpusermos o espectro de emissão ao espectro de absorção, obteremos o espectro contínuo.

LIMITAÇÕES DO MODELO DE RUTHERFORD



O modelo atômico de Rutherford apresentou duas limitações:

1. Segundo a Física Clássica, as partículas portadoras de carga elétrica, em movimento, emitem energia. Sendo assim, o elétron, ao descrever órbitas circulares ao redor do núcleo, emitiria constantemente energia, e sua velocidade de rotação diminuiria com o passar do tempo. Dessa forma, o elétron descreveria um movimento espiral até colidir com o núcleo.
2. Ao aplicarmos uma alta voltagem a uma amostra gasosa submetida à baixa pressão, ocorre a emissão de luz. Quando passamos essa luz por um prisma, obtemos um espectro descontínuo. Esse fenômeno não era explicado pelo modelo de Rutherford.

O modelo atômico de Bohr, que será visto a seguir, conseguia explicar os espectros descontínuos e a estabilidade dos elétrons ao descreverem órbitas circulares ao redor do núcleo.

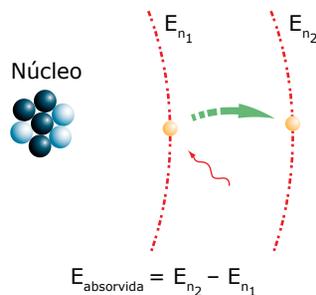
Para a construção de seu modelo, Bohr utilizou a Teoria dos *Quanta* de Max Planck. Segundo Planck, a energia não é liberada ou absorvida por átomos de forma contínua, mas na forma de pacotes de energia. A menor quantidade de energia liberada ou absorvida na forma de radiação eletromagnética foi denominada *quantum* de energia.

MODELO DE BOHR



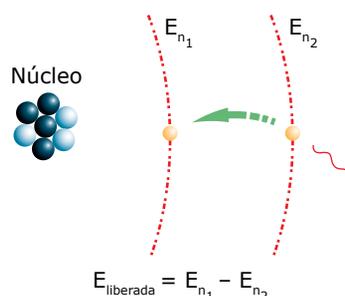
O modelo de Bohr complementou o modelo de Rutherford ao conferir às órbitas dos elétrons o caráter de conservação de energia: ao girar ao redor do núcleo, o elétron não ganha nem perde energia, pois essas órbitas são níveis estacionários de energia.

Porém, quando um elétron ganha energia, ele é promovido a um nível mais energético (mais distante do núcleo) e, logo em seguida, retorna ao nível de origem, liberando toda a energia recebida sob a forma de luz: é o chamado salto de Bohr.



$$E_{\text{absorvida}} = E_{n_2} - E_{n_1}$$

Absorção de energia (*quantum*)



$$E_{\text{liberada}} = E_{n_1} - E_{n_2}$$

Liberação de energia sob a forma de luz (*fóton*)

Postulados de Bohr

- I. Os elétrons se movem em órbitas circulares em torno do núcleo atômico central sem perder ou ganhar energia (órbitas estacionárias).
- II. Apenas algumas órbitas concêntricas de raios e energias definidas são permitidas ao movimento circular do elétron ao redor do núcleo.
- III. Quando os elétrons passam de uma órbita para outra, um *quantum* de energia é absorvido ou emitido.
- IV. Quando elétrons absorvem ou emitem energia ao passarem de uma órbita eletrônica para outra, a energia é dada pela equação:

$$\Delta E = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda} \quad (1)$$

h: constante de Planck ($6,64 \cdot 10^{-34}$ J.s)

ν : frequência

c: velocidade da luz ($3 \cdot 10^8$ m.s⁻¹)

λ : comprimento de onda

Em 1913, Niels Bohr desenvolveu um modelo atômico que apresentava concordância quantitativa com os dados espectroscópicos obtidos para o átomo de hidrogênio. Um outro aspecto interessante do modelo de Bohr é que a matemática envolvida era de fácil compreensão. O modelo de Bohr explicava a estabilidade do átomo postulando que a energia total do elétron é constante quando este encontra-se em uma das órbitas permitidas, caracterizadas por números inteiros denominados números quânticos ($n = 1, 2, 3\dots$). A frequência da radiação emitida durante uma transição eletrônica entre dois níveis é calculada pela equação:

$$\nu = \frac{E_{\text{inicial}} - E_{\text{final}}}{h} \quad (2)$$

Sendo E_{inicial} e E_{final} as energias dos diferentes estados eletrônicos, definidas, de acordo com o modelo de Bohr, como:

$$E_n = -\frac{mZ^2 e^4}{(4\pi\epsilon_0)^2 2\hbar^2} \cdot \frac{1}{n^2} \quad \therefore n = 1, 2, 3\dots \quad (3)$$

ALMEIDA, Wagner P. de; SANTOS, Hélio D. dos. Modelos teóricos para a compreensão da estrutura da matéria. *Revista Química Nova na escola* – cadernos temáticos. Sociedade Brasileira de Química. n. 4, maio 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/04/mod-teor.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2014. [Fragmento]

Pela análise da equação anterior, percebe-se que a diferença de energia entre dois níveis de energia consecutivos diminui quanto mais afastados eles estiverem do núcleo atômico. Por exemplo, para o hidrogênio, a diferença de energia entre o primeiro e o segundo níveis de energia é igual a 10,19 eV, já a diferença de energia entre o quinto e o sexto níveis de energia é igual a 0,17 eV.

O raio das órbitas dos elétrons, nos diferentes estados eletrônicos, é expresso como:

$$r = 4\pi\epsilon_0 \frac{n^2 \hbar^2}{mZe^2} \quad \therefore n = 1, 2, 3\dots \quad (4)$$

ALMEIDA, Wagner P. de; SANTOS, Hélio D. dos. Modelos teóricos para a compreensão da estrutura da matéria. *Revista Química Nova na escola* – cadernos temáticos. Sociedade Brasileira de Química. n. 4, maio 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/04/mod-teor.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2014. [Fragmento]

Pela equação anterior, percebe-se que a diferença entre os raios de dois níveis de energia consecutivos aumenta quanto mais afastados eles estiverem do núcleo atômico. Os raios das órbitas permitidas aos elétrons são diretamente proporcionais aos números quânticos elevados ao quadrado. Por exemplo, para o hidrogênio, a diferença entre os raios do primeiro e do segundo níveis de energia é três vezes menor que a diferença entre os raios do quinto e do sexto níveis de energia.

Nas equações (3) e (4), m se refere à massa do elétron ($m = 9,109 \cdot 10^{-31}$ kg), Z ao número atômico do átomo, e , à carga do elétron ($e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C), $\hbar = h/2\pi$ e ϵ_0 , à permissividade do vácuo ($\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ F.m⁻¹).

As propriedades do espectro de absorção dos átomos de um elétron também são facilmente compreensíveis em termos do modelo de Bohr. O sucesso desse modelo, medido por sua concordância com as experiências com o hidrogênio, foi impressionante, mas fez também acentuar a natureza misteriosa dos postulados nos quais se baseava o modelo.

ALMEIDA, Wagner P. de; SANTOS, Hélio D. dos. Modelos teóricos para a compreensão da estrutura da matéria. *Revista Química Nova na escola* – cadernos temáticos. Sociedade Brasileira de Química. n. 4, maio 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/04/mod-teor.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2014. [Fragmento]

Contudo, para átomos com mais de um elétron, os dados experimentais e teóricos apresentavam uma discordância, o que indicava que o modelo de Bohr poderia aceitar reformulações.

MODELO DE SOMMERFELD

Após Bohr, Sommerfeld lançou seu modelo atômico. Esse modelo concordava com Rutherford / Bohr em todos os pontos, exceto em um: a eletrosfera. Para Sommerfeld, as órbitas dos elétrons podem ser circulares e concêntricas ou elípticas, em que o núcleo estaria no centro do círculo e em um dos focos de uma elipse.

Em 1916, Sommerfeld propôs um modelo no qual as órbitas permitidas para o movimento dos elétrons no átomo de hidrogênio seriam elípticas. Isso foi feito na tentativa de explicar a estrutura fina do espectro do átomo de hidrogênio, à qual corresponde uma separação das linhas espectrais. A estrutura fina pode ser observada somente se usarmos um equipamento de alta resolução, já que a separação, em termos de número de onda ($1/\lambda$), entre as componentes adjacentes de uma única linha espectral, é da ordem de 10^{-4} vezes a separação entre as linhas adjacentes. De acordo com o modelo de Bohr, isso deve significar que o que tínhamos pensado ser um único estado de energia do átomo de hidrogênio consiste, na realidade, em vários estados com energias muito próximas.

[...]

A esta teoria desenvolvida até aqui nós nos referimos como “teoria quântica antiga”. Essa teoria só é aplicável a átomos contendo um único elétron (H, He⁺, Li²⁺, etc.), além de sofrer uma crítica subjetiva segundo a qual a teoria parece, de alguma forma, não ter coerência, sendo intelectualmente insatisfatória. A nova teoria quântica proposta por Schrödinger e, independentemente, por Heisenberg, denominada “mecânica quântica”, nos fornecerá um procedimento mais geral para o tratamento de partículas de qualquer sistema microscópico.

ALMEIDA, Wagner P. de; SANTOS, Hélio D. dos. Modelos teóricos para a compreensão da estrutura da matéria. *Revista Química Nova na escola* – cadernos temáticos. Sociedade Brasileira de Química. n. 4, maio 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/04/mod-teor.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2014. [Fragmento]

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (Fafeod-MG) O desenho a seguir representa o espectro atômico do elemento potássio, em sua porção visível.



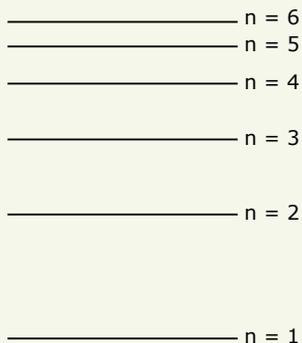
Em relação a esse espectro, são apresentadas as seguintes afirmativas:

- I. As seis linhas verticais representam radiação eletromagnética emitida pelos elétrons.
- II. A linha M corresponde à radiação eletromagnética mais energética da porção de espectro apresentada.
- III. A análise de espectros como esses está na base do desenvolvimento do modelo atômico de Thomson.
- IV. As seis linhas verticais representam diferentes subníveis do átomo de potássio.

Analisando as afirmativas anteriores e considerando que a energia é inversamente proporcional ao comprimento de onda, é correto afirmar que são verdadeiras apenas as afirmativas

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

02. (UFMG) Considere os níveis de energia eletrônica do átomo de hidrogênio, ilustrados na figura a seguir:



Considerando excitações do elétron que envolvam apenas esses níveis, o número máximo de linhas de emissão é:

- A) 21
- B) 15
- C) 10
- D) 6
- E) 5

03. (UFJF-MG-2022) Há muito tempo, cientistas do mundo todo procuram por modelos cada vez melhores para explicar o mundo atômico. Sobre os principais modelos atômicos é correto afirmar que:

- A) O modelo atômico de Dalton descreve o átomo como tendo um núcleo extremamente pequeno e denso e elétrons que circulam em órbitas elípticas ao redor desse núcleo.
- B) O modelo atômico no qual o átomo é esférico com elétrons incrustados foi proposto por Rutherford-Bohr.
- C) O modelo em que o átomo seria uma esfera maciça indivisível foi proposto por Dalton.
- D) Rutherford-Bohr propuseram um modelo atômico em que o átomo consiste em uma partícula muito pequena e indivisível.
- E) Thompson propôs o átomo com um núcleo muito denso e pequeno, e seus elétrons alocados em órbitas circulares muito bem definidas ao redor do núcleo central.

04. (UFGD-MS) Até algum tempo atrás, adolescentes colecionavam figurinhas que brilhavam no escuro. Essas figuras apresentam em sua composição uma substância chamada sulfeto de zinco (ZnS). Este fenômeno ocorre porque alguns elétrons que compõe os átomos desta substância absorvem energia luminosa e "saltam" para níveis de energia mais externos. No escuro, estes elétrons retornam aos seus níveis de origem liberando energia luminosa e fazendo a figurinha brilhar. Este fenômeno pode ser explicado considerando o modelo atômico proposto por

- A) Thomson.
- B) Dalton.
- C) Lavoisier.
- D) Bohr.
- E) Linus Pauling.

05. (UFRGS-RS) Considere as seguintes afirmações a respeito do experimento de Rutherford e do modelo atômico Rutherford-Bohr.

- I. A maior parte do volume do átomo é constituída pelo núcleo denso e positivo.
- II. Os elétrons movimentam-se em órbitas estacionárias ao redor do núcleo.
- III. O elétron, ao pular de uma órbita mais externa para uma mais interna, emite uma quantidade de energia bem definida.

Quais estão corretas?

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

06.
OIQ8

(UFSJ-MG) Considere a informação a seguir:

O sódio, em determinadas condições, emite luz amarela característica, como aquelas observadas em lâmpadas de iluminação urbana ou em fogos de artifício.

Esse fenômeno, em termos de elétrons e de níveis de energia, é melhor explicado na alternativa:

- A) De acordo com o modelo de Bohr, a radiação é devida a elétrons de sódio, que saltam de uma camada mais externa para uma mais interna ao ganharem energia e a emitem de forma quantizada no comprimento de onda específico da cor amarela.
- B) De acordo com o modelo de Rutherford, a radiação emitida é devida a elétrons de sódio, que são removidos do átomo quando um feixe incidente de partículas alfa atinge esse átomo.
- C) De acordo com o modelo de Rutherford, a radiação emitida depende do núcleo do elemento e é devida ao ganho de energia de elétrons que saltam de uma camada mais externa para uma camada mais interna do átomo, com a absorção de energia.
- D) De acordo com o modelo de Bohr, a radiação emitida é devida a elétrons do sódio que saltam de uma camada mais interna para uma mais externa, com a absorção de energia e, ao perderem essa energia, emitem radiação sob a forma de luz amarela.

07. (UFPB) A polícia científica utiliza o luminol para auxiliar nas investigações, pois esse composto permite detectar a presença de sangue. O luminol é misturado ao peróxido de hidrogênio em meio básico e borrifado na cena do crime. Se houver vestígios de sangue, ocorrerá a luminescência (emissão de luz), pois o ferro presente na hemoglobina atua como catalisador dessa reação. Esse fenômeno ocorre porque o produto dessa reação se encontra em um estado de energia mais elevado, em função de os elétrons sofrerem transições para níveis mais energéticos. Ao retornarem para níveis menos energéticos, há liberação de energia na forma de luz.

De acordo com o exposto sobre a ação do luminol e com base nos conhecimentos sobre modelos atômicos, é correto afirmar que a luminescência está de acordo com a descrição do modelo atômico proposto por

- A) Dalton. D) Rutherford.
B) Thomson. E) Bohr.
C) Pauling.

08.
XC7V

(UECE) A revista eletrônica mexicana *Muy Interesante* (<http://www.muyinteresante.com.mx>) revela a criação de um sorvete que brilha no escuro. Ele é produzido com uma proteína encontrada na água-viva que reage com o cálcio em pH neutro quando o sorvete é degustado. O brilho do sorvete é ocasionado por um fenômeno conhecido como

- A) luminescência. C) fluorescência.
B) deliquescência. D) incandescência.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (OMQ-2020) Analise as afirmações a seguir sobre o modelo atômico de Bohr.
- I. Utilizando o modelo atômico de Bohr, é possível explicar o espectro de linhas do átomo de lítio.
- II. No modelo de Bohr, o elétron tem energia quantizada.
- III. Segundo o modelo de Bohr, os elétrons estão em órbitas estacionárias, e por isso não perdem e nem ganham energia ao girarem em torno do núcleo.
- IV. No modelo de Bohr, o elétron libera energia ao passar de uma órbita mais interna para uma órbita mais externa.
- O número de afirmações verdadeiras é
- A) uma.
B) duas.
C) três.
D) quatro.

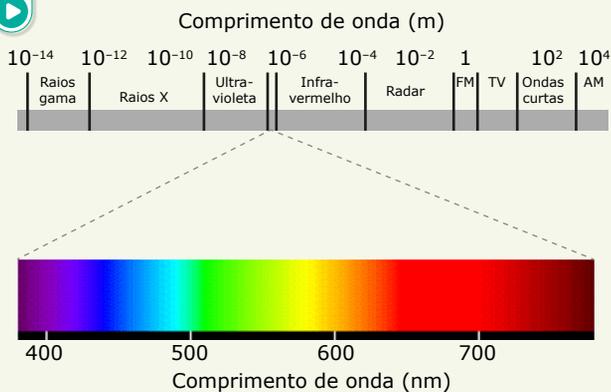
02. (UFMG) O teste de chama é uma técnica utilizada para a identificação de certos átomos ou íons presentes em substâncias. Nesse teste, um fio metálico é impregnado com a substância a ser analisada e, em seguida, é colocado numa chama pouco luminosa, que pode assumir a cor característica de algum elemento presente nessa substância.

Este quadro indica os resultados de testes de chama, realizados num laboratório, com quatro substâncias:

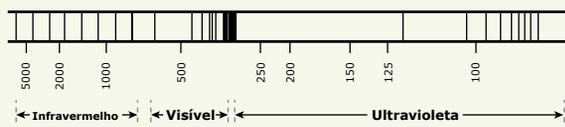
Substância	Cor da chama
HCl	Não se observa a cor
CaCl_2	Vermelho-tijolo (ou alaranjado)
SrCl_2	Vermelho
BaCl_2	Verde-amarelado

- A) Indique, em cada caso, o elemento responsável pela cor observada.
- Vermelho-tijolo (ou alaranjado):
Vermelho:
Verde-amarelado:
- B) Utilizando um modelo atômico em que os elétrons estão em níveis quantizados de energia, explique como um átomo emite luz no teste de chama.
- (Deixe claro, em sua resposta, o motivo pelo qual átomos de elementos diferentes emitem luzes de cores diferentes.)

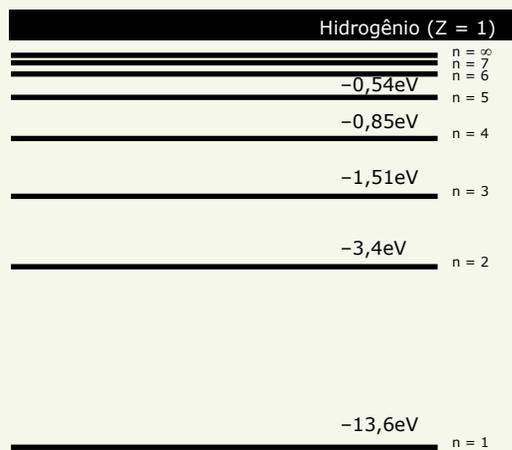
03. (PUC-SP) Dado: espectro eletromagnético



O espectro de emissão do hidrogênio apresenta uma série de linhas na região do ultravioleta, do visível e no infravermelho próximo, como ilustra a figura a seguir:



Niels Bohr, físico dinamarquês, sugeriu que o espectro de emissão do hidrogênio está relacionado às transições do elétron em determinadas camadas. Bohr calculou a energia das camadas da eletrosfera do átomo de hidrogênio, representadas no diagrama de energia a seguir. Além disso, associou as transições eletrônicas entre a camada dois e as camadas de maior energia às quatro linhas observadas na região do visível do espectro do hidrogênio.



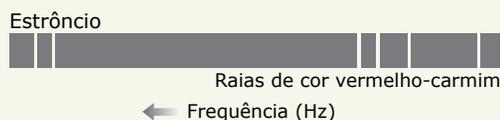
Um aluno encontrou um resumo sobre o modelo atômico elaborado por Bohr e o espectro de emissão atômico do hidrogênio contendo algumas afirmações.

- I. A emissão de um fóton de luz decorre da transição de um elétron de uma camada de maior energia para uma camada de menor energia.
- II. As transições das camadas 2, 3, 4, 5 e 6 para a camada 1 correspondem às transições de maior energia e se encontram na região do infravermelho do espectro.
- III. Se a transição 3 2 corresponde a uma emissão de cor vermelha, a transição 4 2 está associada a uma emissão violeta e a 5 2 está associada a uma emissão verde.

Pode-se afirmar que está(ão) correta(s)

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

04. (UEFS-BA)

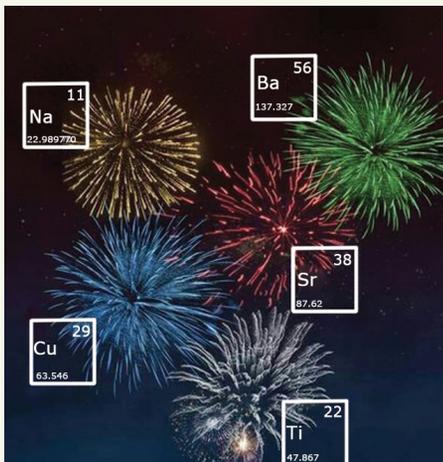


O cientista dinamarquês Niels Bohr aprimorou, em 1913, o modelo atômico de E. Rutherford, usando a teoria de Max Planck. Em 1900, Planck já havia admitido a hipótese de que a energia não seria emitida de modo contínuo, mas em quantum, isto é, pacote ou porção de energia. Surgiram, assim, os postulados de Bohr e as explicações sobre os aspectos atômicos dos elementos químicos.

Considerando-se os postulados de N. Bohr, as explicações sobre os espectros atômicos e em relação à emissão de cor vermelha no teste de chama pelo cloreto de estrôncio, $\text{SrCl}_{2(s)}$, é correto afirmar:

- A) A luz vermelha emitida pelo cloreto de estrôncio está relacionada à cor branca do sal que reúne todas as cores dos espectros atômicos.
- B) Ao absorverem quanta de energia da chama, os elétrons do íon $\text{Sr}^{2+}_{(g)}$ retornam a um nível de energia mais interno.
- C) Os elétrons do cátion $\text{Sr}^{2+}_{(g)}$, ao retornarem de um nível de energia mais externo para outro mais interno, emitem energia, sob forma de radiação eletromagnética.
- D) A emissão de luz vermelha é propriedade dos cátions de metais alcalinoterrosos.
- E) O número de raias espectrais diminui com o crescimento do número atômico dos elementos químicos porque, com o aumento da temperatura da chama, cresce o número de transições eletrônicas.

05. (UEA-AM) Um aluno recebeu, na sua página de rede social, uma foto mostrando fogos de artifícios. No dia seguinte, na sequência das aulas de modelos atômicos e estrutura atômica, o aluno comentou com o professor a respeito da imagem recebida, relacionando-a com o assunto que estava sendo trabalhado, conforme mostra a foto.



Disponível em: <http://weheartit.com> (Adaptação).

Legenda das cores emitidas				
Na	Ba	Cu	Sr	Ti
Amarelo	Verde	Azul	Vermelho	Branco metálico

O aluno comentou corretamente que o modelo atômico mais adequado para explicar a emissão de cores de alguns elementos indicados na figura é o de

- A) Rutherford-Bohr. D) Rutherford.
 B) Dalton. E) Thomson.
 C) Proust.
06. (UDESC) Há 130 anos nascia, em Copenhague, o cientista dinamarquês Niels Henrik Davis Bohr cujos trabalhos contribuíram decisivamente para a compreensão da estrutura atômica e da física quântica. A respeito do modelo atômico de Bohr, assinale a alternativa correta.
- A) Os átomos são, na verdade, grandes espaços vazios constituídos por duas regiões distintas: uma com núcleo pequeno, positivo e denso e outra com elétrons se movimentando ao redor do núcleo.
 B) Os elétrons que circundam o núcleo atômico possuem energia quantizada, podendo assumir quaisquer valores.
 C) É considerado o modelo atômico vigente e o mais aceito pela comunidade científica.
 D) Os saltos quânticos decorrentes da interação fóton-núcleo são previstos nesta teoria, explicando a emissão de cores quando certos íons metálicos são postos em uma chama (excitação térmica).
 E) Os átomos são estruturas compostas por um núcleo pequeno e carregado positivamente, cercado por elétrons girando em órbitas circulares.

07. (UECE-2020) O livro *Curiosidades da Ciência*, da Editora Abril, traz uma matéria intitulada "Por que o fogo pode ter várias cores diferentes?" Uma experiência conhecida como teste da chama, que utiliza sais de alguns metais aquecidos pelo bico de Bunsen, responde à indagação. Sobre o teste da chama, é incorreto afirmar que

- A) ilustra, de maneira simples e convincente, o salto quântico.
 B) está baseado no espectro de emissão característico de cada elemento.
 C) pode ser usado na identificação de alguns íons metálicos.
 D) a presença de contaminantes na amostra do metal não impede a precisão do experimento.

08. RE18 (Unifor-CE) Um dos postulados de Bohr diz que em cada órbita permitida, o elétron tem uma energia constante e bem definida. Em um outro ele afirma que, quando um elétron muda de órbita, o átomo emite ou absorve um "quantum" de energia luminosa. O "quantum" é um pacote de energia. De acordo com a Teoria de Bohr, qual das seguintes transições no átomo de hidrogênio dará origem ao fóton menos energético?

$$E_1 = -2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

- A) $n = 5$ para $n = 3$
 B) $n = 6$ para $n = 1$
 C) $n = 4$ para $n = 3$
 D) $n = 6$ para $n = 5$
 E) $n = 5$ para $n = 4$

SEÇÃO ENEM



01. (Enem-2019) Um teste de laboratório permite identificar alguns cátions metálicos ao introduzir uma pequena quantidade do material de interesse em uma chama de bico de Bunsen para, em seguida, observar a cor da luz emitida. A cor observada é proveniente da emissão de radiação eletromagnética ao ocorrer a
- A) mudança da fase sólida para a fase líquida do elemento metálico.
 B) combustão dos cátions metálicos provocada pelas moléculas de oxigênio da atmosfera.
 C) diminuição da energia cinética dos elétrons em uma mesma órbita na eletrosfera atômica.
 D) transição eletrônica de um nível mais externo para outro mais interno na eletrosfera atômica.
 E) promoção dos elétrons que se encontram no estado fundamental de energia para níveis mais energéticos.

02. (Enem) Um fato corriqueiro ao se cozinhar arroz é o derramamento de parte da água de cozimento sobre a chama azul do fogo, mudando-a para uma chama amarela. Essa mudança de cor pode suscitar interpretações diversas, relacionadas às substâncias presentes na água de cozimento. Além do sal de cozinha (NaCl), nela se encontram carboidratos, proteínas e sais minerais.



Cientificamente, sabe-se que essa mudança de cor da chama ocorre pela

- A) reação do gás de cozinha com o sal, volatilizando gás cloro.
- B) emissão de fótons pelo sódio, excitado por causa da chama.
- C) produção de derivado amarelo, pela reação com o carboidrato.
- D) reação do gás de cozinha com a água, formando gás hidrogênio.
- E) excitação das moléculas de proteínas, com formação de luz amarela.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Aprendizagem

- 01. D
- 02. B
- 03. C
- 04. D
- 05. D
- 06. D

Propostos

- 01. B
- 02.
- A)

Vermelho-tijolo (ou alaranjado)	Vermelho	Verde-amarelado
Cálcio	Estrôncio	Bário

- B) Os elétrons descrevem órbitas ao redor do núcleo que são quantizadas e estacionárias em relação à energia. Ao absorver calor, os elétrons são excitados a níveis de energia mais afastados do núcleo. Todavia, esses elétrons retornam a um nível de menor energia, mais próximo do núcleo, emitindo a diferença de energia entre eles na forma de luz. Como essa variação de energia entre os níveis é diferente para átomos de elementos químicos distintos, obtemos diferentes cores no espectro de emissão.
- 03. A
- 04. C
- 05. A
- 06. E
- 07. D
- 08. D

Seção Enem

- 01. D
- 02. B

Meu aproveitamento

Acertei _____ Errei _____

07. E

08. A

Acertei _____ Errei _____

Acertei _____ Errei _____



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

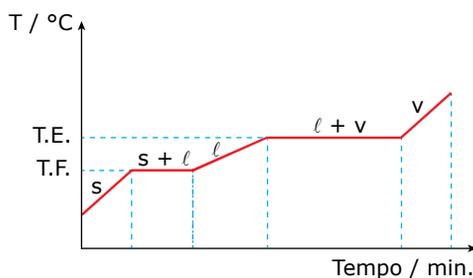
Curvas de Aquecimento, Diagramas de Fases e Densidade

CURVAS DE AQUECIMENTO

Uma curva de aquecimento é um gráfico de temperatura *versus* tempo. Pela sua análise, podemos diferenciar as substâncias puras das misturas.

Ao aquecermos, ao nível do mar, um cubo de gelo, verificamos que, a 0 °C, ele começa a derreter e, enquanto existir um pedaço de gelo, por mínimo que seja, a temperatura permanece constante. Se continuarmos a aquecer até 100 °C, a água líquida começa a se transformar em vapor e, também nesse ponto, a temperatura permanecerá constante enquanto existir uma gota do líquido. Dessa forma, dizemos que uma substância pura possui T.F. e T.E. constantes, o que não acontece se aquecermos uma mistura.

Curva de aquecimento de uma substância pura



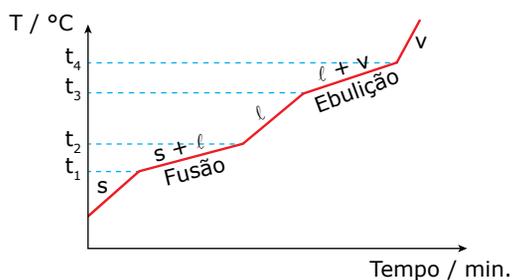
s = fase sólida

l = fase líquida

v = fase vapor

No caso particular da água, T.F. = 0 °C e T.E. = 100 °C.

Curva de aquecimento de uma solução



t_1 = temperatura no início da fusão

t_2 = temperatura no fim da fusão

t_3 = temperatura no início da ebulição

t_4 = temperatura no fim da ebulição

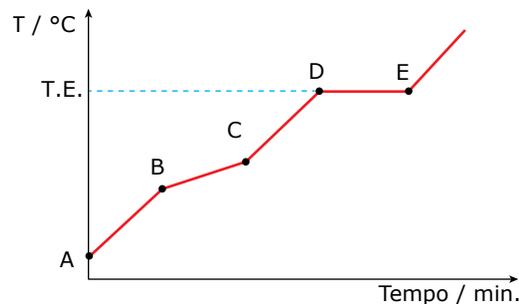
O intervalo de fusão dessa mistura variou da temperatura t_1 até a temperatura t_2 , e o intervalo de ebulição da temperatura t_3 até a temperatura t_4 .

Mistura azeotrópica

É uma mistura especial que possui T.E. constante e T.F. variável.

Exemplo: 96% álcool e 4% de água.

Curva de aquecimento de uma mistura azeotrópica



B = início da fusão

C = término da fusão

D = E = temperatura de ebulição

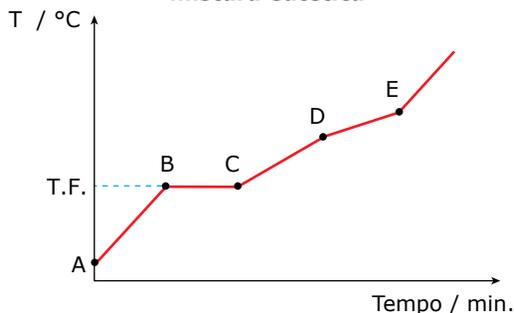
Verificamos que a temperatura de ebulição da mistura permaneceu constante, enquanto houve uma variação em sua temperatura de fusão.

Mistura eutética

É uma mistura especial que possui T.F. constante e T.E. variável.

Exemplo: Liga metálica de Pb / Sb, 88% chumbo e 12% antimônio.

Curva de aquecimento de uma mistura eutética



B = C = temperatura de fusão
 D = início da ebulição
 E = término da ebulição

Verificamos que a temperatura de fusão da mistura permaneceu constante, enquanto houve uma variação em sua temperatura de ebulição.

OBSERVAÇÃO

Uma mistura não poderá ser azeotrópica e eutética ao mesmo tempo.

DIAGRAMAS DE FASES

As curvas de aquecimento permitem prever o estado físico mais estável de um material em qualquer temperatura a uma dada pressão, geralmente 1 atm. Os diagramas de fases permitem conhecer a fase termodinamicamente mais estável de uma substância pura em qualquer condição de temperatura e de pressão. As curvas que separam as regiões correspondentes a essas fases são denominadas curvas de equilíbrio e mostram os valores de pressão e de temperatura nos quais as duas fases coexistem em equilíbrio.

Para melhor interpretação dos diagramas de fases, definiremos ponto triplo, ponto crítico e fluido supercrítico.

P₃ – Ponto triplo: Ponto que indica as condições de pressão e temperatura para que, no sistema, coexistam as fases sólida, líquida e gasosa em equilíbrio.

P_c – Ponto crítico: Ponto que indica os valores de pressão e de temperatura críticos. Um sistema que apresenta os valores de pressão e de temperatura acima dos valores do ponto crítico é denominado **fluido supercrítico**.

Quando aquecemos um líquido, ocorrem dois processos:

- A)** Aumento da vaporização do líquido, o que aumenta a quantidade de vapor acima de sua superfície. Isso corresponde a um aumento da densidade da fase gasosa.
- B)** Dilatação do líquido, o que aumenta o volume do líquido, diminuindo a sua densidade.

Quando as fases líquida e gasosa, em equilíbrio, apresentam a mesma densidade, formando um sistema homogêneo, não sendo mais possível a distinção entre as duas fases, ocorre a formação do fluido supercrítico.

Temperatura crítica é a temperatura acima da qual uma substância não pode existir como um líquido, independentemente do valor da pressão. A pressão de vapor de um líquido na temperatura crítica é denominada pressão crítica.

Diagrama de fases do dióxido de carbono

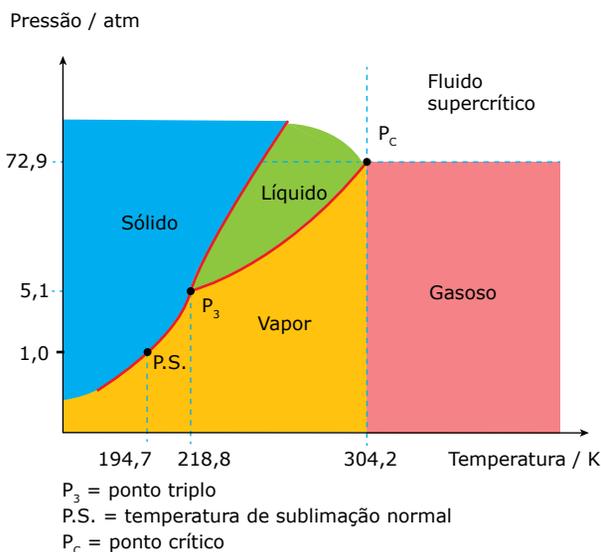
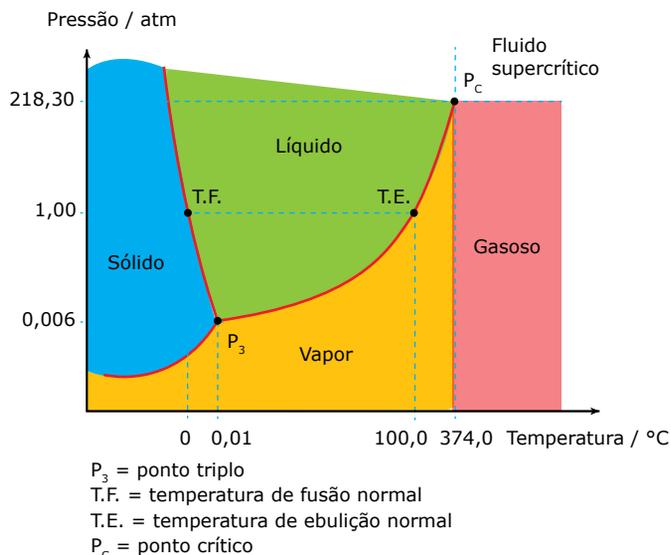


Diagrama de fases da água



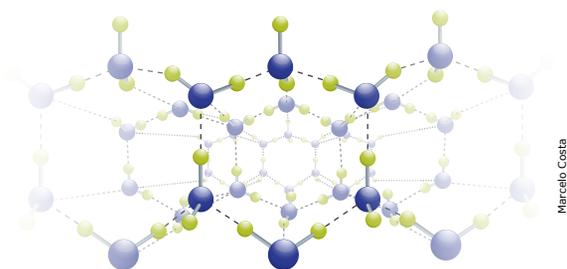
OBSERVAÇÃO

A fase vapor existe em temperaturas mais baixas que a temperatura crítica, já o gás existe em temperaturas acima desta, ambas abaixo da pressão crítica.

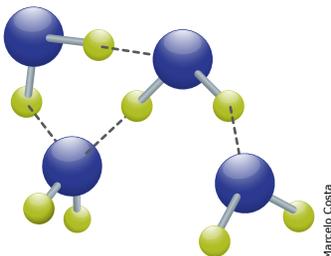
Água: uma substância diferente

Ao contrário do observado para a grande maioria das substâncias, a água, quando na fase sólida, apresenta moléculas mais distantes que na fase líquida.

Na fase sólida, as moléculas se organizam, formando estruturas cíclicas hexagonais que levam à formação de espaços vazios. Quando parte das interações entre as moléculas é rompida, ocasionando a fusão do gelo, a estrutura hexagonal é desfeita e as moléculas se aproximam.



Interação entre as moléculas de água no estado sólido.



Interação entre as moléculas de água no estado líquido.

Podemos observar essa característica também no diagrama de fases da água. Note que a inclinação da curva que separa os estados sólido e líquido é diferente daquela observada no diagrama de fases do CO₂, indicando que o aumento da pressão favorece a fase líquida.



8U6X

Mudanças de estado físico

Nesse vídeo, é possível observar o comportamento das moléculas de água e a interação entre elas em cada estado físico e nas mudanças de fases. Atente para as informações dispostas no diagrama de fases. Boa atividade!

DENSIDADE

Muitas vezes, ouvimos falar que o óleo “boia” na água por ser mais leve que ela. Cabe-nos então a seguinte pergunta: o que “pesa” mais, 1 kg de óleo ou 1 kg de água? A resposta obviamente é nenhum dos dois, pois ambos apresentam a mesma massa. Podemos observar ainda que, independentemente da quantidade de água ou de óleo, este flutua sobre a primeira. É necessário, então, relacionar a capacidade de afundar ou a de flutuar com outra propriedade que independa da massa. Essa propriedade é a densidade (ρ), e ela é definida como a razão entre a massa de um corpo e o volume ocupado por ele a uma dada temperatura e a uma pressão.

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

Para o óleo, essa razão é aproximadamente igual a 0,9 g.mL⁻¹, ao passo que, para a água, é próxima de 1,0 g.mL⁻¹. Corpos mais densos afundam em líquidos de menor densidade e corpos menos densos flutuam em líquidos de maior densidade.

Será mesmo que a densidade não varia com a quantidade de amostra? Observe a tabela a seguir, em que foi determinada a massa e o volume de blocos de ferro, todos a 25 °C e pressão de 1 atm.

Massa / gramas	Volume / cm ³
78	10
156	20
195	25

Massa e volume de alguns blocos de ferro.

A densidade calculada para o ferro é obtida por:

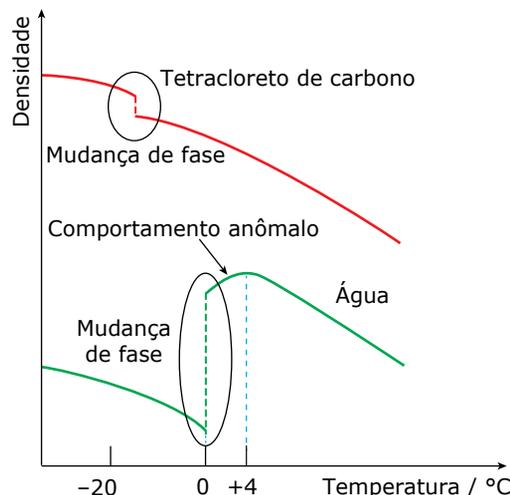
$$\rho = \frac{78 \text{ g}}{10 \text{ cm}^3} = \frac{156 \text{ g}}{20 \text{ cm}^3} = \frac{195 \text{ g}}{25 \text{ cm}^3} = 7,8 \text{ g.cm}^{-3}$$

Quando a massa de uma substância aumenta, seu volume varia na mesma proporção desde que as condições de temperatura e pressão se mantenham constantes. Logo, a densidade se mantém inalterada.

As mesmas massas de diferentes substâncias ocupam volumes diferentes e, portanto, cada material apresenta uma densidade característica. Dessa forma, a densidade é classificada como uma propriedade específica, ou seja, cada substância apresenta uma densidade característica determinada a uma dada temperatura e a uma pressão.

É importante lembrar que, ao aquecer uma amostra, a distância média entre as partículas constituintes aumenta. Assim, o volume aumenta sem variação da massa e, portanto, a densidade diminui. Já o aumento da pressão leva à aproximação das partículas, implicando aumento da densidade. O gráfico a seguir representa a variação da densidade da água e do tetracloreto de carbono (um solvente orgânico) com a variação da temperatura.

Densidade da água e do tetracloreto de carbono em função da temperatura



Observe que, durante a mudança de fase, há grande variação na densidade, pois a distância média entre as partículas constituintes varia significativamente. Para a grande maioria das substâncias, o sólido é mais denso que o líquido, uma vez que, no primeiro, as partículas estão mais próximas e mais organizadas que no segundo, como pode ser observado para o tetracloreto de carbono.

Como discutimos anteriormente, quando a água funde, ocorre a aproximação de suas moléculas. Esse comportamento é observado entre 0 °C a 4 °C, ou seja, a distância média entre as moléculas de água na fase sólida é maior (menor densidade); já na fase líquida, a distância média entre as moléculas é menor e, portanto, a densidade aumenta, atingindo um valor máximo a 4 °C.

Para as misturas, verificamos que a densidade varia em função de sua constituição. Exatamente por isso, os químicos determinam a qualidade de alguns produtos pelos valores de suas densidades.

COMO DIFERENCIAR UMA SUBSTÂNCIA PURA DE UMA MISTURA



Substância pura é todo material que se caracteriza por apresentar

- composição fixa;
- propriedades constantes, tais como, densidade, temperatura de fusão, temperatura de ebulição, etc.

Exemplo: Água (pura).

	Água
Composição	11,11% de H e 88,89% de O (em massa)
T.F.	0 °C (1 atm)
T.E.	100 °C (1 atm)
Densidade	1 g.mL ⁻¹ (4 °C)

Algumas propriedades físicas específicas da água.

Dessa forma, iremos utilizar tais propriedades para diferenciar um sistema puro de uma mistura.

Assim, não existe água (pura) com composição diferente de 11,11% de H e 88,89% de O, em massa.

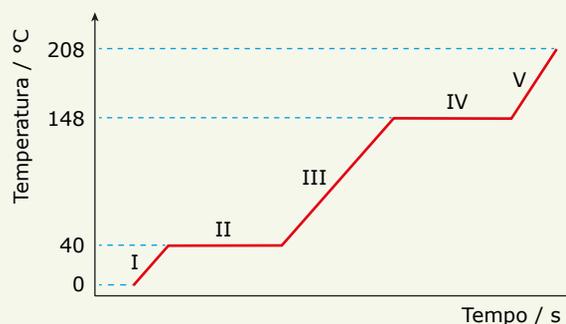
Por outro lado, não existe água (pura) com T.F., T.E. e densidade diferentes das mencionadas anteriormente (nas mesmas condições).

Como as substâncias puras têm densidade, T.F., T.E. e outras propriedades invariáveis, essas propriedades são usadas na prática para verificar se um dado material é substância pura ou não. Assim, para verificar se uma amostra de água é pura, podemos determinar a sua densidade (1 g.mL⁻¹, a 4 °C), ou a sua T.F. (0 °C, a 1 atm) ou a sua T.E. (100 °C, a 1 atm). Se os valores encontrados experimentalmente forem iguais aos mencionados anteriormente, concluímos que a amostra é de substância pura, caso contrário, a amostra não é de água pura.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



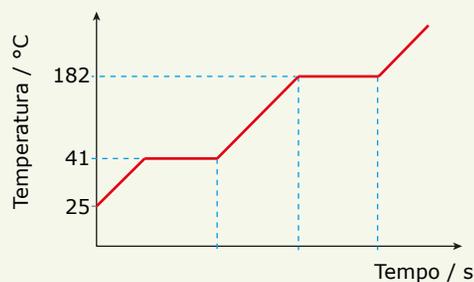
- 01.** (UEG-GO) A mudança do estado físico de determinada substância pode ser avaliada em função da variação da temperatura em relação ao tempo, conforme o gráfico a seguir. Considere que a 0 °C o composto encontra-se no estado sólido.



No gráfico, encontra-se a substância no estado líquido nos pontos

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

- 02.** (UFJF-MG) O gráfico a seguir apresenta a variação de temperatura observada ao se aquecer uma substância A, a partir de 25 °C, em função do tempo.



Assinale a alternativa correta.

- A) A faixa de temperatura em que a substância permanece sólida é 25-41 °C.
 B) A substância A não é uma substância pura.
 C) A temperatura de ebulição da substância A é 41 °C.
 D) A faixa de temperatura em que a substância permanece líquida é 25-182 °C.
 E) Em 25 °C, a substância é um líquido.

03. (UFPR-PR)

Boiar no Mar Morto: luxo sem igual

É no ponto mais baixo da Terra que a Jordânia guarda seu maior segredo: o Mar Morto. Boiar nas águas salgadas do lago formado numa depressão, a 400 metros abaixo do nível do mar, é a experiência mais inusitada e necessária dessa jornada, mas pode estar com os anos contados. A superfície do Mar Morto tem encolhido cerca de 1 metro por ano e pode sumir completamente até 2050.

ANAUATE, Camila. *O Estado de S. Paulo*.

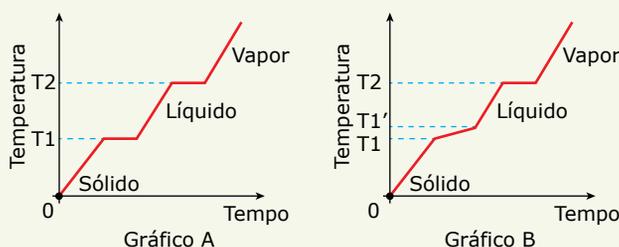
Disponível em: <https://viagem.estadao.com.br/noticias/geral,boiar-no-mar-morto-luxo-semigual,175377>.

Acesso em: 8 ago. 2011.

A alta concentração salina altera uma propriedade da água pura, tornando fácil boiar no Mar Morto. Assinale a alternativa correspondente a essa alteração.

- A) Aumento da tensão superficial.
- B) Aumento da densidade.
- C) Aumento da pressão de vapor.
- D) Aumento da temperatura de ebulição.
- E) Aumento da viscosidade.

04. (UEL-PR) Propriedades físicas como densidade, ponto de fusão e ponto de ebulição são importantes para identificar e diferenciar quando um sistema é composto de uma substância pura ou por uma mistura. Analise os gráficos a seguir, que representam mudanças de estado físico.



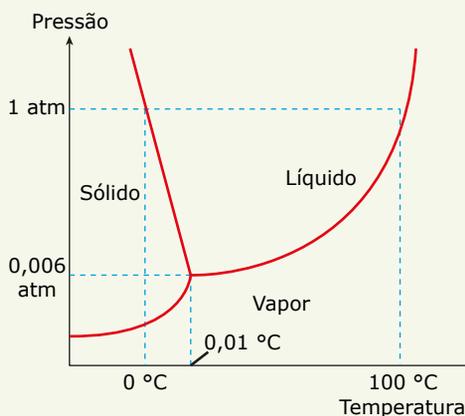
Em relação às mudanças de estado físico, é correto afirmar:

- A) O segmento T1-T1' no gráfico B caracteriza uma substância pura.
- B) O gráfico A representa a mudança de estado físico de uma mistura eutética.
- C) O gráfico B representa a mudança de estado físico de uma mistura azeotrópica.
- D) O gráfico A representa a mudança de estado físico de uma mistura trifásica.
- E) O gráfico B representa a mudança de estado físico de uma mistura que apresenta ponto de ebulição não definido.

05. AEUP

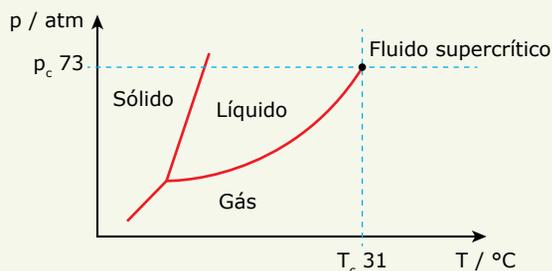


(UFGD-MS) Observe o diagrama de fases simplificado da água e assinale alternativa que contém a afirmativa correta.



- A) A fase de vapor jamais estará em equilíbrio com a fase sólida.
- B) A água não sofre o fenômeno de sublimação.
- C) O ponto triplo da água é o ponto em que coexistem em equilíbrio o líquido, o sólido e o vapor.
- D) A 0,01 °C e 1 atm somente a fase de vapor é estável.
- E) A 100 °C e 1 atm somente a fase sólida é estável.

06. (Enade) A densidade dos fluidos supercríticos é da mesma ordem de grandeza da densidade dos líquidos, enquanto sua viscosidade e sua difusibilidade são maiores que a dos gases, porém menores que a dos líquidos. É bastante promissora a substituição de solventes orgânicos por CO₂ supercrítico em extrações. O ponto triplo no diagrama de fases do CO₂ bem como sua região supercrítica são apresentados no diagrama mostrado a seguir:



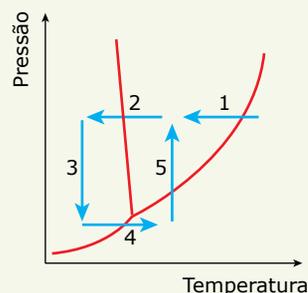
Considerando as informações contidas no diagrama de fases do CO₂, analise as afirmações a seguir:

- I. As fases sólida, líquida e gasosa encontram-se em equilíbrio no ponto triplo.
- II. As fases líquida e gasosa encontram-se em equilíbrio na região supercrítica.
- III. Em temperaturas acima de 31 °C, não será possível liquefazer o CO₂ supercrítico por compressão.
- IV. Em pressões acima de 73 atm, o CO₂ só será encontrado no estado sólido.

São corretas apenas as afirmações:

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

07. (UFRGS-RS) Em viagens espaciais, é crucial que os mantimentos sejam leves e ocupem pouco espaço. Nestas situações, os alimentos são preparados por liofilização e precisam, antes do consumo, ser reidratados e reaquecidos. No processo de liofilização, a temperatura da amostra é reduzida até abaixo de 0 °C de modo que toda a água presente congele. Na sequência, a pressão é reduzida até abaixo da pressão do ponto triplo e, finalmente, o alimento é lentamente aquecido até uma temperatura acima do ponto de congelamento, de modo que a água sublima lentamente. Como resultado das três etapas do processo, há perda de até 97% do conteúdo de água. Considere o diagrama de fases da água esquematizado a seguir:



O processo de liofilização descrito anteriormente pode ser representado neste diagrama pela sequência de etapas

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

08. (UFMG) A tabela a seguir contém propriedades de algumas substâncias.

Substância	T.F. / °C	T.E. / °C	d / g.mL ⁻¹	Solubilidade em água
Glicerina	20	290	1,26	Muito solúvel
Eugenol	-7,5	253	1,07	Insolúvel
Etanotiol	-144	35	0,839	Pouco solúvel

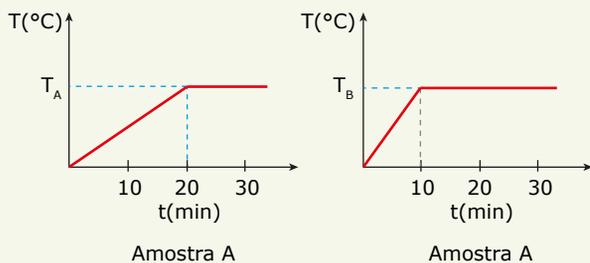
Com base nos dados da tabela, é possível concluir que todas as alternativas a seguir estão corretas, exceto

- A) A mistura eugenol-glicerina pode ser separada por adição de água.
- B) Numa mistura de água e glicerina, a água é o sobrenadante.
- C) Um litro de glicerina pesa tanto quanto 1,26 litro de água.
- D) O etanotiol é um líquido mais volátil do que a água.
- E) Num dia muito frio, a glicerina é um sólido.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (UFRGS-RS) Considere dois béqueres, contendo quantidades diferentes de duas amostras líquidas homogêneas A e B, a 25 °C, que são submetidos a aquecimento por 30 min, sob pressão de 1 atm, com fontes de calor equivalentes. A temperatura do líquido contido em cada béquer foi medida em função do tempo de aquecimento, e os dados obtidos foram registrados nos gráficos a seguir.



Sobre esses dados, são feitas as afirmações seguintes.

- I. Se $T_A = T_B$, então a amostra A e a amostra B provavelmente são a mesma substância pura.
- II. Se as amostras A e B são constituídas pela mesma substância, então o volume da amostra B é menor que o volume de amostra A.
- III. A amostra A é uma mistura em que o líquido predominante é aquele que constitui a amostra B.

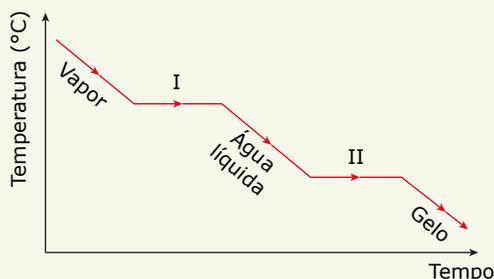
Qual(is) está(ão) correta(s)?

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

02.
Z3X4



(UEFS-BA)



O gráfico mostra o processo de mudança dos estados físicos da água pura por meio de resfriamento, em função do tempo. A transformação física é iniciada com vapor de água e finalizada com a formação completa de gelo, a 1 atm.

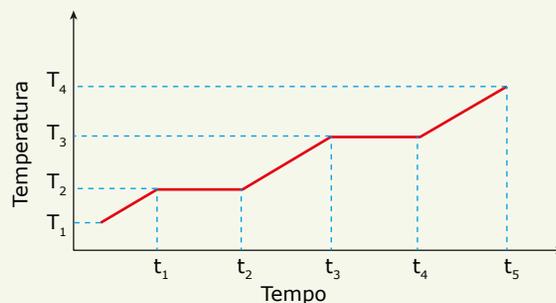
Uma análise desse gráfico permite corretamente concluir:

- A) As etapas I e II, no gráfico, correspondem, respectivamente, à ebulição e à fusão da água.
- B) O processo de resfriamento da água é endotérmico.
- C) A temperatura, durante a solidificação e a fusão da água, é constante porque os calores latentes de solidificação e de fusão da substância são iguais.
- D) A 100 °C, coexistem em equilíbrio físico água líquida e vapor.
- E) O processo de resfriamento de vapor de água até 0 °C envolve o aumento crescente de energia cinética das moléculas da substância.

03.
B6JN



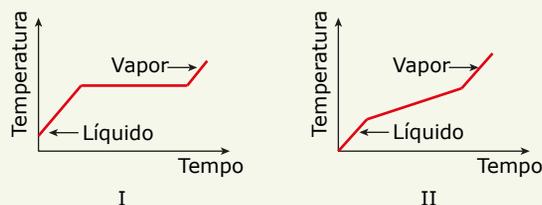
(PUC Minas) O gráfico da temperatura em função do tempo mostra a mudança de estado físico de um material. O material encontra-se inicialmente no estado sólido, passando pela fase líquida e por fim gasosa.



Sobre esse material e suas transformações físicas, é correto afirmar:

- A) A mudança de estado que ocorre entre as temperaturas T_1 e T_2 é uma fusão.
- B) A mudança de estado que ocorre entre as temperaturas T_2 e T_3 é uma evaporação.
- C) É possível observar duas fases na temperatura T_2 , entre os tempos t_1 e t_2 .
- D) O material é uma mistura.

04. (UEFS-BA)

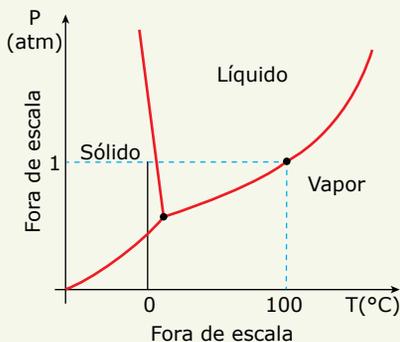


As curvas de aquecimento I e II de duas amostras de líquidos incolores foram determinadas e analisadas em um laboratório de química. Uma delas é uma solução de fenol, a 10% (V/V), em hexano, e a outra é de hexano puro.

Considerando-se as propriedades da matéria e a partir da análise das curvas de aquecimento I e II, é correto afirmar:

- A) A solução de fenol a 10% apresenta temperatura de ebulição menor que a do hexano.
- B) A temperatura de vaporização durante o aquecimento, mostrada na curva II, é constante.
- C) A curva I representa o processo de aquecimento de uma mistura azeotrópica.
- D) A curva de aquecimento I representa o comportamento da amostra de hexano puro.
- E) O resultado na determinação da temperatura de ebulição dos líquidos depende das quantidades de amostra utilizada na análise.

05. (UCS-RS) O diagrama de fases da água, representado a seguir, permite avaliar o estado físico de uma amostra de água em função da pressão e da temperatura às quais está submetida.



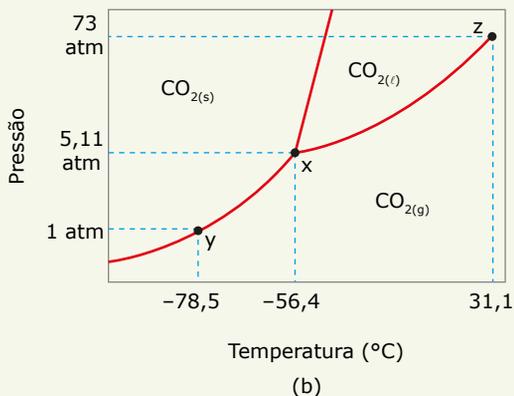
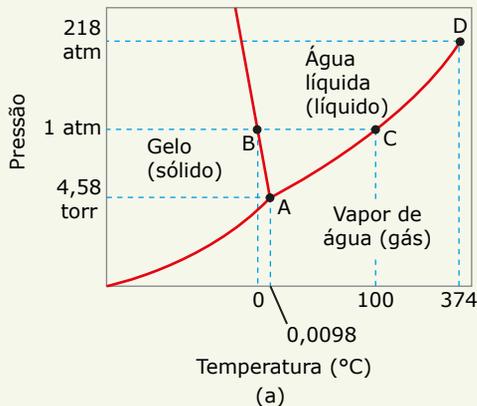
Com base no diagrama de fases da água, considere as seguintes afirmativas:

- I. A patinação no gelo ocorre, pois a pressão que a lâmina dos patins exerce sobre o gelo provoca a fusão da água, permitindo o deslizamento.
- II. A utilização da panela de pressão acelera o cozimento dos alimentos, pois possibilita o aumento da temperatura de ebulição da água.
- III. A água apresenta menor temperatura de ebulição em Caxias do Sul – RS, comparada a uma cidade localizada no nível do mar, onde a pressão atmosférica é maior.

Sobre as afirmativas, pode-se dizer que

- A) apenas I está correta.
- B) apenas II está correta.
- C) apenas I e III estão corretas.
- D) apenas II e III estão corretas.
- E) I, II e III estão corretas.

06. (Unimontes-MG) As figuras a seguir mostram os diagramas de fases da água (a) e do gás carbônico (b).



Em análise dos diagramas, é incorreto afirmar que

- A) o gás carbônico apresenta um ponto de fusão normal igual a $-78,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- B) o ponto de fusão do gás carbônico aumenta com o aumento da pressão.
- C) o ponto triplo da água se encontra a uma pressão inferior à do gás carbônico.
- D) a água (gelo) sofre sublimação a uma pressão de vapor inferior a 4,58 torr.

07. (PUC Minas–2019) Considere a seguir a tabela, que informa a densidade da água na pressão atmosférica em diferentes temperaturas:

Estado físico	Temperatura / $^{\circ}\text{C}$	Densidade / $\text{g}\cdot\text{cm}^3$
Sólido	0	0,971
Líquido	0	0,999
Líquido	4	1,000
Líquido	10	0,999
Líquido	25	0,997
Líquido	100	0,958

A partir desses dados, é correto afirmar que

- A) as interações intermoleculares da água são decrescentes com o aumento da temperatura.
- B) as interações intramoleculares da água são crescentes com o aumento da temperatura.
- C) o gelo não flutua em água líquida a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- D) um litro de água líquida pesa 1 kg.

08. (UFJF-MG–2019) Um estudante propôs a separação dos plásticos descartados em sua escola para reciclagem. Para isso, ele recolheu embalagens de biscoitos, copos descartáveis e garrafas de refrigerante. Para fazer a identificação do tipo de plástico presente no material recolhido, ele fez o seguinte experimento: colocou pedaços de 1 cm^2 de cada tipo de plástico em dois béqueres – no primeiro havia 200 g de água, cuja densidade é $1,00\text{ g/cm}^3$, e, no segundo, 200 g de uma solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl), cuja densidade é $1,14\text{ g/cm}^3$. Ele obteve os seguintes resultados:

Material	Água ($d = 1,00 \text{ g/cm}^3$)	Solução de NaCl ($d = 1,14 \text{ g/cm}^3$)
Embalagem de biscoito	Flutua	Flutua
Copo descartável	Afunda	Flutua
Garrafa de refrigerante	Afunda	Afunda

Sabendo que os tipos de plástico contidos nestas amostras podem ser polipropileno (PP, $d = 0,9 \text{ g/cm}^3$), poliestireno (PS, $d = 1,05 \text{ g/cm}^3$) ou politereftalato de etileno (PET, $d = 1,35 \text{ g/cm}^3$), assinale a afirmativa correta.

- A) A embalagem de biscoito é feita de PS.
- B) O PS flutua na água.
- C) A garrafa de refrigerante é feita de PS.
- D) O PP afunda na água.
- E) O copo descartável é feito de PS.



09. (PUC Minas) Durante a organização de um laboratório, um aluno percebeu que uma substância sólida e incolor estava armazenada em um recipiente sem identificação. Para tentar identificar qual substância era aquela, o aluno determinou quatro propriedades da matéria:

- I. Densidade
- II. Massa
- III. Temperatura de fusão
- IV. Volume

Dentre as propriedades, quais são as que melhor orientariam o aluno na identificação dessa substância?

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



10. (UFG-GO) Uma peça metálica com geometria cúbica foi fabricada com um dos elementos químicos apresentados na tabela a seguir.

Metal	Densidade (g/cm^3)
Pt	12,1
Au	19,3
Pd	12,0
Ag	10,5
Cr	7,2

Considerando-se a aresta do cubo igual a 2,5 cm e a massa total da peça igual a 112,5 g, conclui-se que o metal utilizado para construção da peça metálica foi:

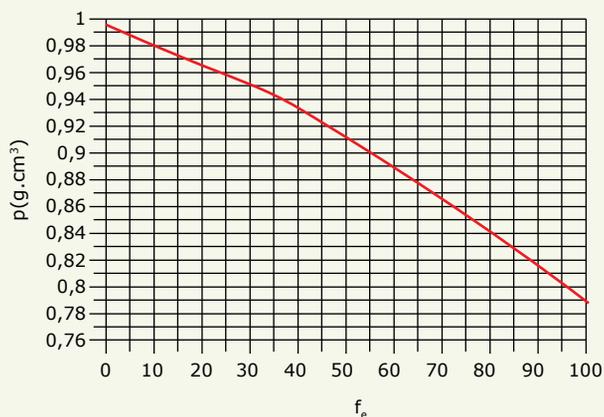
- A) a Pt
- B) o Au
- C) o Pd
- D) a Ag
- E) o Cr

SEÇÃO ENEM

01. (Enem) O álcool utilizado como combustível automotivo (etanol hidratado) deve apresentar uma taxa máxima de água em sua composição para não prejudicar o funcionamento do motor. Uma maneira simples e rápida de estimar a quantidade de etanol em misturas com água é medir a densidade da mistura. O gráfico mostra a variação da densidade da mistura (água e etanol) com a fração percentual da massa de etanol (f_e), dada pela expressão

$$f_e = 100 \cdot \frac{m_e}{(m_e + m_a)}$$

em que m_e e m_a são as massas de etanol e de água na mistura, respectivamente, a uma temperatura de 20 °C.



Disponível em: www.handymath.com. Acesso em: 8 ago. 2012.

Suponha que, em uma inspeção de rotina realizada em um determinado posto, tenha-se verificado que 50,00 cm³ de álcool combustível tenham massa igual a 45,0 g.

Qual é a fração percentual de etanol nessa mistura?

- A) 7%
- B) 10%
- C) 55%
- D) 90%
- E) 93%

02. (Enem) Um consumidor desconfia que a balança do supermercado não está aferindo corretamente a massa dos produtos. Ao chegar a casa, resolve conferir se a balança estava descalibrada. Para isso, utiliza um recipiente provido de escala volumétrica, contendo 1,0 litro de água. Ele coloca uma porção dos legumes que comprou dentro do recipiente e observa que a água atinge a marca de 1,5 litro e também que a porção não ficara totalmente submersa, com 1/3 de seu volume fora da água. Para concluir o teste, o consumidor, com ajuda da Internet, verifica que a densidade dos legumes, em questão, é a metade da densidade da água, onde, $\rho_{\text{água}} = 1 \text{ g/cm}^3$. No supermercado, a balança registrou a massa da porção de legumes igual a 0,500 kg (meio quilograma).

Considerando que o método adotado tenha boa precisão, o consumidor concluiu que a balança estava descalibrada e deveria ter registrado a massa da porção de legumes igual a

- A) 0,073 kg.
- B) 0,167 kg.
- C) 0,250 kg.
- D) 0,375 kg.
- E) 0,750 kg.

03. (Enem) Certas ligas estanho-chumbo com composição específica formam um eutético simples, o que significa que uma liga com essas características se comporta como uma substância pura, com um ponto de fusão definido, no caso 183 °C. Essa é uma temperatura inferior mesmo ao ponto de fusão dos metais que compõem essa liga (o estanho puro funde a 232 °C e o chumbo puro a 320 °C), o que justifica sua ampla utilização na soldagem de componentes eletrônicos, em que o excesso de aquecimento deve sempre ser evitado. De acordo com as normas internacionais, os valores mínimo e máximo das densidades para essas ligas são de 8,74 g/mL e 8,82 g/mL, respectivamente. As densidades do estanho e do chumbo são 7,3 g/mL e 11,3 g/mL, respectivamente.

Um lote contendo 5 amostras de solda estanho-chumbo foi analisado por um técnico, por meio da determinação de sua composição percentual em massa, cujos resultados estão mostrados no quadro a seguir:

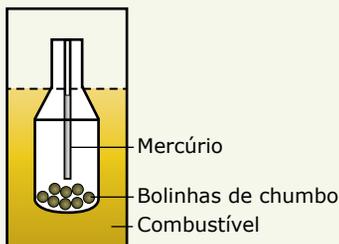
Amostra	Porcentagem de Sn (%)	Porcentagem de Pb (%)
I	60	40
II	62	38
III	65	35
IV	63	37
V	59	41

Disponível em: <http://www.eletrica.ufpr.br>.

Com base no texto e na análise realizada pelo técnico, as amostras que atendem às normas internacionais são

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

04. (Enem) Com a frequente adulteração de combustíveis, além de fiscalização, há necessidade de prover meios para que o consumidor verifique a qualidade do combustível. Para isso, nas bombas de combustível existe um densímetro, semelhante ao ilustrado na figura. Um tubo de vidro fechado fica imerso no combustível devido ao peso das bolinhas de chumbo colocadas no seu interior. Uma coluna vertical central marca a altura de referência, que deve ficar abaixo ou no nível do combustível para indicar que sua densidade está adequada. Como o volume do líquido varia com a temperatura mais que o do vidro, a coluna vertical é preenchida com mercúrio para compensar variações de temperatura.



De acordo com o texto, a coluna vertical de mercúrio, quando aquecida,

- A) indica a variação da densidade do combustível com a temperatura.
 B) mostra a diferença de altura da coluna a ser corrigida.
 C) mede a temperatura ambiente no momento do abastecimento.
 D) regula a temperatura do densímetro de acordo com a do ambiente.
 E) corrige a altura de referência de acordo com a densidade do líquido.

SEÇÃO FUVEST/UNICAMP/UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

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

Propostos

Acertei _____ Errei _____

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

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

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



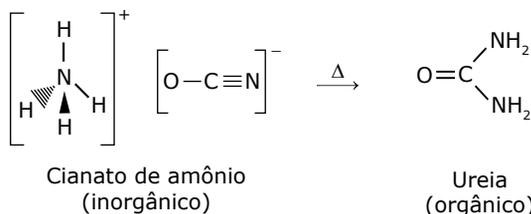
Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Introdução à Química Orgânica

HISTÓRICO

No início do século XIX, Berzelius definiu a Química Orgânica como a química dos compostos dos seres vivos, pois, de acordo com ele, somente os seres vivos possuiriam a força vital responsável pela produção de substâncias orgânicas.

O Princípio da Força Vital começa a ser derrubado quando Wöhler, em 1822, sintetizou pela primeira vez um composto orgânico, a ureia, a partir do aquecimento do cianato de amônio, que é um composto inorgânico, conforme a equação a seguir:



A Química Orgânica, então, devia ser redefinida. Estudos de Lavoisier verificaram que todo composto orgânico era formado pelo elemento carbono. Então, a Química Orgânica, hoje, é definida como a química dos compostos do elemento carbono.

Algumas substâncias, apesar de possuírem carbono, não são orgânicas, são as substâncias de transição.

Exemplos: C_{grafita}, C_{diamante}, cianetos, cianatos, carbonatos, bicarbonatos, etc.

Dessa forma, toda substância orgânica possui átomos de carbono, mas nem toda substância que possui átomos de carbono é orgânica.

CARACTERÍSTICAS DO ELEMENTO CARBONO

O carbono é tetravalente

Os átomos de carbono apresentam quatro elétrons de valência e, assim, de acordo com o Modelo do Octeto, o carbono deve formar quatro ligações covalentes para alcançar configuração eletrônica de gás nobre. As quatro valências desse átomo são idênticas entre si.

O carbono forma ligações múltiplas

O carbono pode compartilhar um par de elétrons (ligação simples), dois pares de elétrons (ligação dupla) ou até três pares de elétrons (ligação tripla) com outro átomo.

Ligação dupla entre dois átomos de carbono		$\cdot\text{C}::\text{C}\cdot$
Ligação dupla entre um carbono e um oxigênio		$\cdot\text{C}::\text{O}\cdot$
Ligação tripla entre um carbono e um nitrogênio	$-\text{C}\equiv\text{N}$	$\cdot\text{C}:::\text{N}\cdot$

O carbono forma cadeias

O átomo de carbono possui uma capacidade extraordinária de se ligar a outros átomos, formando cadeias carbônicas muito estáveis.

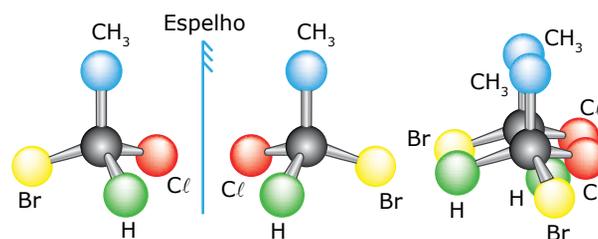
O carbono se liga a diversas classes de elementos químicos

O carbono é dotado da capacidade de se ligar a elementos eletropositivos, como o hidrogênio, e a elementos eletronegativos, como o oxigênio.

Essas características explicam o motivo de o carbono ser capaz de formar um enorme número de compostos.

Carbono assimétrico

Quando um átomo de carbono está ligado a quatro grupos distintos, nós o chamamos de carbono assimétrico (antigamente denominado carbono quiral).



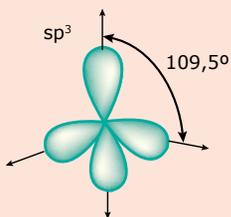
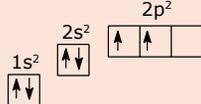
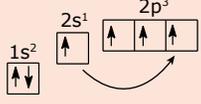
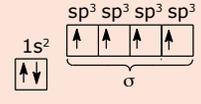
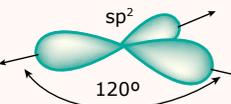
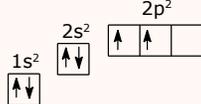
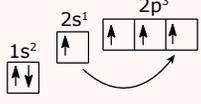
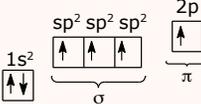
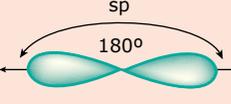
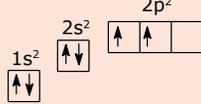
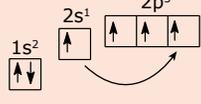
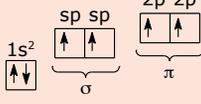
Carbono assimétrico.

CLASSIFICAÇÕES DO ÁTOMO DE CARBONO

Quanto ao tipo de hibridização

As ligações entre os átomos de carbono podem ser simples – ligações sigma (σ) – duplas – 1 ligação sigma (σ) e 1 ligação pi (π) – ou triplas – 1 ligação sigma (σ) e 2 ligações pi (π). Os átomos de carbono unidos por ligação simples sofrem hibridização sp^3 , por uma dupla-ligação sofrem hibridização sp^2 e por tripla ligação ou duas duplas-ligações sofrem hibridização sp .

Veja as tabelas a seguir:

Hibridização	Estado fundamental	Promoção do elétron	Hibridização
 sp^3 $109,5^\circ$ $\cdot\dot{C}\cdot$			
 sp^2 120° $:\dot{C}:$			
 sp 180° $:\dot{C}: \text{ ou } \cdot\dot{C}\cdot$			

Hibridização	Ocorrência	Geometria molecular	Ângulo entre as ligações
sp^3		Tetraédrica	$109^\circ,28'$ ou $109,5^\circ$
sp^2		Trigonal plana	120°
sp	$=C=$ ou $-C\equiv$	Linear	180°

Quanto ao número de carbonos ligantes

Em uma cadeia carbônica, um átomo de carbono pode ser classificado como:

- **Primário** – quando está ligado a um carbono.
- **Secundário** – quando está ligado a dois carbonos.
- **Terciário** – quando está ligado a três carbonos.
- **Quaternário** – quando está ligado a quatro carbonos.

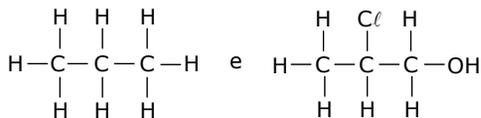
FÓRMULAS QUÍMICAS DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

Fórmula molecular – É a fórmula que indica apenas os elementos que formam os compostos orgânicos, bem como o número de átomos de cada elemento existente em uma molécula.

Exemplos: C_6H_6 , $C_{12}H_{22}O_{11}$ e CH_3Cl .

Fórmula estrutural plana – Essa fórmula mostra a distribuição plana dos átomos que formam a molécula.

Exemplos:



OBSERVAÇÃO

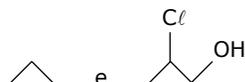
Essa fórmula pode também ser escrita ocultando-se as ligações entre os átomos de carbono e de hidrogênio.

Exemplos:



Fórmula estrutural espacial do tipo "traço" – Essa fórmula mostra a distribuição espacial dos átomos que formam a molécula, exceto os átomos de hidrogênio da cadeia carbônica ligados aos carbonos, pois eles são ocultados.

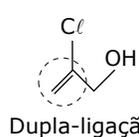
Exemplos:



OBSERVAÇÕES

1. Nesse tipo de representação, cada extremidade de um traço corresponde a um átomo de carbono.
2. Para se determinar o número de hidrogênios ligados a cada carbono, é só verificar quantas ligações cada um desses átomos está fazendo e subtrair de quatro unidades (o carbono é tetravalente).
3. Uma ligação insaturada, dupla ou tripla, é representada por dois e três traços, respectivamente, entre os carbonos.

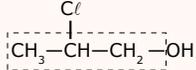
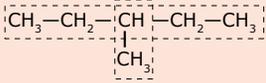
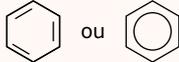
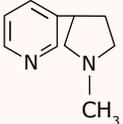
Exemplos:



CADEIAS CARBÔNICAS

Os átomos de carbono podem formar diferentes tipos de cadeias, que podem ser classificadas, basicamente, em:

Cadeia	Características	Exemplo
Aberta ou acíclica	Os átomos de carbono não formam um ciclo.	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Fechada ou cíclica	Os átomos de carbono formam um ciclo.	
Cadeia mista	É uma cadeia formada por uma parte aberta e outra fechada. Observação: a parte aberta da cadeia deve conter carbonos.	
Saturada	Não apresenta dupla ou tripla ligação entre dois átomos da cadeia principal.	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Insaturada	Apresenta pelo menos uma ligação dupla ou tripla entre dois átomos da cadeia principal.	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$

Cadeia	Características	Exemplo
Alifática	Cadeias carbônicas não aromáticas, abertas ou fechadas.	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_3$
Homogênea	Entre dois átomos de carbono, só há a presença de carbono (para cadeias fechadas, podemos denominá-las homocíclicas).	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_3$
Heterogênea	Entre dois átomos de carbono, há a presença de um átomo diferente de carbono, heteroátomo (para cadeias fechadas, podemos denominá-las heterocíclicas). Heteroátomos mais frequentes: O, N, S e P.	$\text{CH}_3\text{—O—CH=CH}_2$
Normal ou não ramificada	Todos os carbonos estão dispostos em um único eixo. Nesse tipo de cadeia, existem apenas carbonos primários e secundários.	
Ramificada	Existe mais de um eixo contendo carbonos. São cadeias em que há, geralmente, pelo menos 1 átomo de carbono terciário ou quaternário. Observação: Toda cadeia mista é ramificada.	
Aromática	Cadeia fechada em que se verifica a presença de ressonância (deslocalização de pares de elétrons π). As cadeias aromáticas a serem estudadas por nós são as cadeias benzênicas (ciclo com seis átomos de carbono com alternância de simples e de duplas ligações entre carbonos) e suas cadeias derivadas.	
Alicíclica	Cadeia fechada não aromática.	
Monocíclica ou mononucleada	Cadeia fechada que apresenta apenas um ciclo.	
Policíclica condensada ou polinucleada condensada	Cadeia fechada que apresenta mais de um ciclo, em que há átomos de carbono comuns.	
Policíclica não condensada ou polinucleada não condensada	Cadeia fechada que apresenta mais de um ciclo e que não possui átomos de carbono comuns.	

Resumo



EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



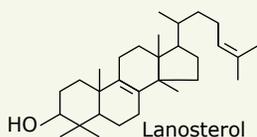
- 01.** (CMMG) São substâncias orgânicas
- "algumas" substâncias conhecidas que não têm carbono.
 - "todas" as substâncias conhecidas que contêm carbono.
 - "quase todas" as substâncias conhecidas que contêm carbono.
 - "todas" as substâncias usadas na alimentação.
 - "todas" as substâncias contidas no organismo humano.

- 02.** (UFU-MG) Leia o texto a seguir:

Os átomos de carbono se ligam entre si, gerando milhões de compostos. Estas cadeias carbônicas, ramificadas ou não, podem se ligar com uma variedade de outros átomos, tais como: hidrogênio, flúor, cloro, bromo, iodo, oxigênio, nitrogênio, enxofre, fósforo e muitos outros. Cada ordenamento atômico diferente corresponde a um composto distinto com propriedades físicas e químicas diferentes. Em relação às características gerais dos compostos orgânicos, assinale a alternativa correta.

- São facilmente ionizáveis.
- São sempre solúveis em água.
- São moleculares.
- São altamente resistentes ao aquecimento (sem decomposição).

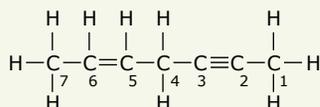
- 03.** (UFES) O lanosterol é um intermediário na biossíntese do colesterol, um importante precursor de hormônios humanos e constituinte vital de membranas celulares.



Os números de carbonos terciários e quaternários com hibridização sp^3 e o número de elétrons π existentes na molécula do lanosterol são, respectivamente,

- 2, 4 e 2.
- 2, 4 e 4.
- 3, 3 e 2.
- 3, 4 e 2.
- 3, 4 e 4.

- 04.** (UFV-MG) No hidrocarboneto de fórmula estrutural representada a seguir, os átomos de carbono estão numerados de 1 a 7.



Sobre esse hidrocarboneto, são feitas as seguintes afirmativas:

- O total de ligações π (π) na estrutura é igual a 3.
- O átomo de carbono 2 forma 3 ligações π (π) e 1 ligação σ (σ).

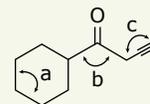
III. O átomo de carbono 5 forma 3 ligações σ (σ) e 1 ligação π (π).

IV. O átomo de carbono 1 forma 4 ligações σ (σ).

São corretas apenas as afirmativas

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

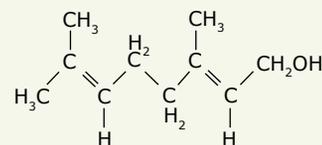
- 05.** (UFRGS-RS) Considere o composto representado a seguir.



Os ângulos aproximados, em graus, das ligações entre os átomos representados pelas letras a, b e c, são, respectivamente,

- 109,5 - 120 - 120.
- 109,5 - 120 - 180.
- 120 - 120 - 180.
- 120 - 109,5 - 120.
- 120 - 109,5 - 180.

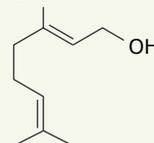
- 06.** (Unifor-CE-2020) O geraniol é um líquido amarelado que apresenta um agradável odor de rosas, sendo utilizado na fabricação de fragrâncias e perfumes, de fórmula estrutural:



Em relação à cadeia carbônica, pode-se afirmar que é

- acíclica, ramificada, saturada, heterogênea.
- cíclica, linear, saturada, homogênea.
- acíclica, ramificada, insaturada, homogênea.
- cíclica, ramificada, insaturada, heterogênea.
- acíclica, ramificada, saturada, homogênea.

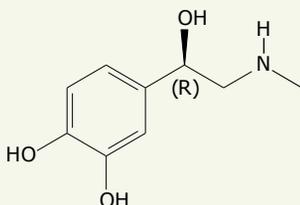
- 07.** (PUC Rio) O óleo de citronela é muito utilizado na produção de velas e repelentes. Na composição desse óleo, a substância representada a seguir está presente em grande quantidade, sendo, dentre outras, uma das responsáveis pela ação repelente do óleo.



A cadeia carbônica dessa substância é classificada como aberta,

- saturada, homogênea e normal.
- saturada, heterogênea e ramificada.
- insaturada, ramificada e homogênea.
- insaturada, aromática e homogênea.
- insaturada, normal e heterogênea.

- 08.** (UniEVANGÉLICA) Nos momentos de tensão, medo e pânico, são liberados no organismo do ser humano uma determinada quantidade de adrenalina (fórmula a seguir), que aumenta a pulsação cardíaca.



De acordo com os critérios de classificação de compostos orgânicos, esse composto pode ser classificado como

- A) aromático, ramificado e heterogêneo.
- B) aromático, saturado e heterogêneo.
- C) alifático, normal e homogêneo.
- D) alicíclico, ramificado e heterogêneo.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (Unemat-MT) A grande abundância de compostos orgânicos no nosso planeta se deve à versatilidade do elemento químico carbono.

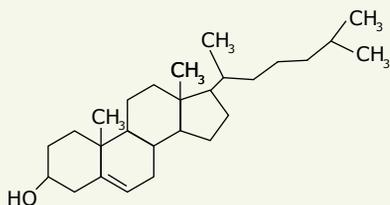
As afirmativas a seguir referem-se a essa característica do carbono.

- I. O carbono tem a tendência de formar quatro ligações covalentes e as quatro valências do carbono são iguais entre si.
- II. O carbono pode formar somente ligações duplas e triplas com outro átomo de carbono.
- III. A eletronegatividade do carbono permite a sua ligação ora com elementos mais eletropositivos, ora com elementos mais eletronegativos.
- IV. O carbono consegue formar longas cadeias, variadas e estáveis.

Assinale a alternativa correta.

- A) Apenas I e II estão corretas.
- B) Apenas II e IV estão corretas.
- C) Apenas I, II e III estão corretas.
- D) Apenas I, III e IV estão corretas.
- E) Todas estão corretas.

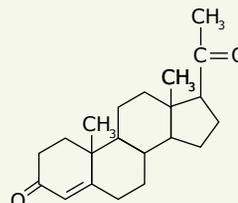
- 02.** (UFAL) O colesterol é um esteroide abundante no corpo humano e está presente em alimentos de origem animal. A maior parte do colesterol presente no corpo é sintetizada pelo próprio organismo. O alto nível de colesterol no sangue é prejudicial à saúde e tem sido associado a doenças cardiovasculares. Dada a estrutura do colesterol,



o número de átomos de carbono e hidrogênio presentes na estrutura são, respectivamente,

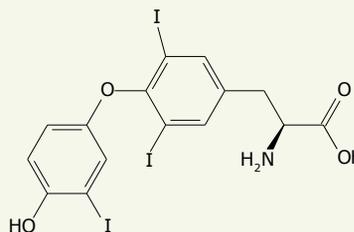
- A) 27 e 46.
- B) 27 e 45.
- C) 26 e 45.
- D) 25 e 44.
- E) 25 e 43.

- 03.** (UFT-TO) A progesterona é um hormônio responsável pelas características sexuais femininas. Considerando a estrutura da progesterona a seguir, pode-se afirmar que os números de átomos de carbono hibridizados em sp^2 e sp^3 são, respectivamente,



- A) 5 e 16.
- B) 3 e 19.
- C) 2 e 19.
- D) 4 e 17.
- E) 1 e 20.

- 04.** (FAMERP-SP) Considere a liotironina, um hormônio produzido pela glândula tireoide, também conhecido como T3.

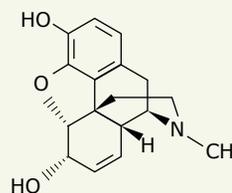


Liotironina
Massa molar = 650 g/mol

- A molécula da liotironina apresenta
- A) átomo de carbono assimétrico.
 - B) cadeia carbônica homogênea.
 - C) cadeia carbônica alifática.
 - D) dois heterociclos.
 - E) quatro átomos de hidrogênio.

- 05.** (UERN) A morfina é uma substância narcótica e sintética (produzida em laboratório), derivada do ópio retirado do leite da papoula. Com uma grande utilidade na Medicina, a morfina é usada como analgésico em casos extremos, como traumas, partos, dores pós-operativas, graves queimaduras, etc.

Disponível em: <http://www.mundoeducacao.com/drogas/morfina.htm>.

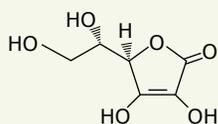


Morfina

Com relação à morfina, é correto afirmar que

- A) possui 4 carbonos secundários.
- B) não possui carbono quartenário.
- C) sua fórmula molecular é $C_{17}H_{19}NO_3$.
- D) possui 5 carbonos com hibridação sp^2 .

06. (Uni-FACEF-SP) O quadro apresenta a estrutura da vitamina C e sua solubilidade em água em função da temperatura.

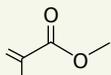


Temperatura (°C)	Solubilidade (g/L)
25	330
45	400
100	800

A fórmula molecular da vitamina C é

- A) $C_5H_8O_5$.
 B) $C_5H_{12}O_6$.
 C) $C_6H_5O_6$.
 D) $C_6H_8O_6$.
 E) $C_6H_{10}O_6$.

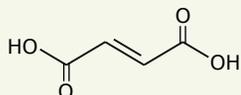
07. (PUC Rio) A seguir, está representada a estrutura do metacrilato de metila.



Essa substância possui fórmula molecular

- A) $C_4H_6O_2$ e 2 ligações pi (π).
 B) $C_4H_6O_2$ e 4 ligações pi (π).
 C) $C_5H_8O_2$ e 4 ligações pi (π).
 D) $C_5H_8O_2$ e 10 ligações sigma (σ).
 E) $C_5H_8O_2$ e 14 ligações sigma (σ).

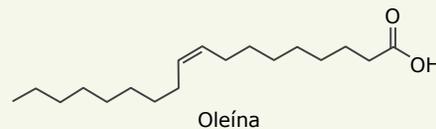
08. (PUC Rio) A seguir está representada a estrutura do ácido fumárico.



A respeito desse ácido, é correto afirmar que ele possui

- A) somente átomos de carbono secundários e cadeia carbônica normal.
 B) átomos de carbono primários e secundários, e cadeia carbônica ramificada.
 C) átomos de carbono primários e secundários, e cadeia carbônica insaturada.
 D) átomos de carbono primários e terciários, e cadeia carbônica saturada.
 E) átomos de carbono primários e terciários, e cadeia carbônica ramificada.

09. (UEA-AM) O óleo da 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.



O número de átomos de carbono na estrutura da oleína é igual a:

- A) 16
 B) 18
 C) 19
 D) 20
 E) 17

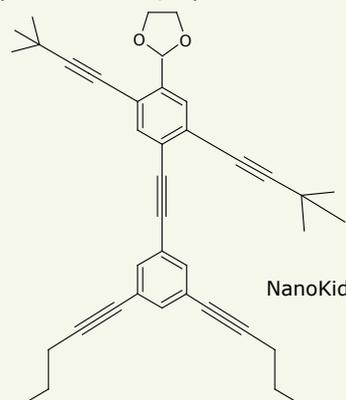
SEÇÃO ENEM

01. (Enem) A forma das moléculas, como representadas no papel, nem sempre é planar. Em um determinado fármaco, a molécula contendo um grupo não planar é biologicamente ativa, e moléculas contendo substituintes planares são inativas.

O grupo responsável pela bioatividade desse fármaco é:

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

02. (Enem) As moléculas de *nanoptians* lembram figuras humanas e foram criadas para estimular o interesse de jovens na compreensão da linguagem expressa em fórmulas estruturais, muito usadas em Química Orgânica. Um exemplo é o NanoKid, representado na figura.



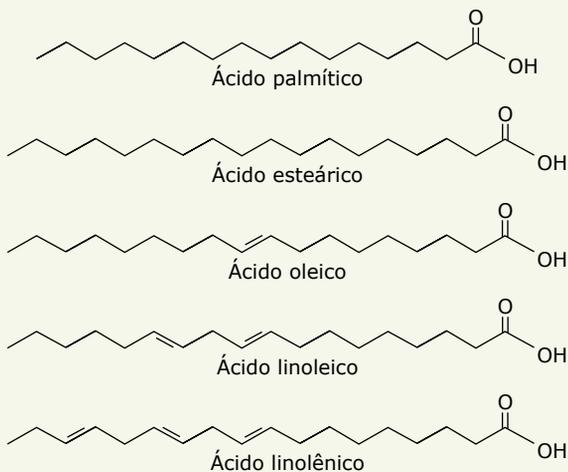
CHANTEAU, S. H.; TOUR, J. M. *The Journal of Organic Chemistry*, v. 68, n. 23, 2003 (Adaptação).

Em que parte do corpo do NanoKid existe carbono quaternário?

- A) Mãos
 B) Cabeça
 C) Tórax
 D) Abdômen
 E) Pés

03. (Enem) A qualidade de óleos de cozinha, compostos principalmente por moléculas de ácidos graxos, pode ser medida pelo índice de iodo. Quanto maior o grau de insaturação da molécula, maior o índice de iodo determinado e melhor a qualidade do óleo.

Na figura, são apresentados alguns compostos que podem estar presentes em diferentes óleos de cozinha.

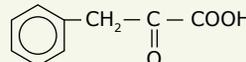
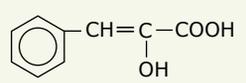
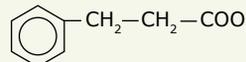
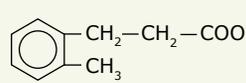
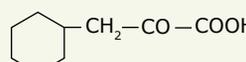


Dentre os compostos apresentados, os dois que proporcionam melhor qualidade para os óleos de cozinha são os ácidos

- A) esteárico e oleico. D) palmítico e linolênico.
B) linolênico e linoleico. E) linolênico e esteárico.
C) palmítico e esteárico.

04. A fenilcetonúria é uma doença que, se não for identificada a tempo, pode causar retardamento mental. Vários testes podem ser utilizados para diagnosticar a doença. Entre eles, podemos citar o “teste do pezinho” e o teste da fralda molhada de urina. Neste último, adicionamos algumas gotas de solução diluída de cloreto férrico ($FeCl_3$) na fralda e, dependendo da coloração obtida, identifica-se a presença do ácido fenilpirúvico, responsável pelo desenvolvimento dessa doença. O ácido fenilpirúvico é uma substância de cadeia mista, aromática, com um carbono terciário e oito carbonos trigonais planos.

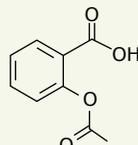
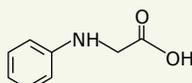
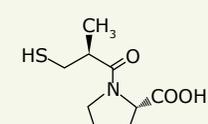
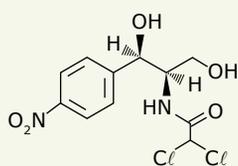
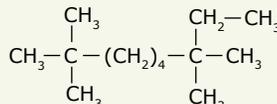
A estrutura que representa o ácido fenilpirúvico é:

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

05. [...] o cloranfenicol é um fármaco que merece destaque por ter sido o primeiro antibiótico ativo de via oral e o primeiro fármaco com centros assimétricos a ser produzido por rota sintética em 1947 [...]. É interessante ressaltar que o cloranfenicol é uma substância aromática que possui dois centros quirais [...]. Atualmente, seu uso é restrito ao tratamento do tifo e em infecções crônicas em que outros antibióticos se mostram insensíveis devido à sua toxicidade sobre a medula óssea e por causar discrasias sanguíneas.

QUÍMICA NOVA NA ESCOLA, n. 3, maio 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/03/sintese.pdf>.

A estrutura que pode representar o cloranfenicol é:

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

SEÇÃO FUVEST/UNICAMP/UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento 

Aprendizagem

- Acertei _____ Errei _____
01. C 03. E 05. B 07. C
 02. C 04. A 06. C 08. A

Propostos

- Acertei _____ Errei _____
01. D 04. A 07. E
 02. A 05. C 08. C
 03. D 06. D 09. B

Seção Enem

- Acertei _____ Errei _____
01. A 03. B 05. D
 02. A 04. A

 Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Teoria Quântica Moderna

PRINCÍPIO DA DUALIDADE

Em 1924, Louis de Broglie propôs a existência de ondas de matéria. A hipótese de De Broglie era de que o comportamento dual onda-partícula da radiação também se aplicava à matéria. Assim, como um fóton tem associada a ele uma onda luminosa que governa seu movimento, também uma partícula material (por exemplo, um elétron) tem associada a ela uma onda de matéria que governa seu movimento. Foi proposto que os aspectos ondulatórios da matéria fossem relacionados com seus aspectos corpusculares exatamente da mesma forma quantitativa com que esses aspectos são relacionados para a radiação. Assim, tanto para a matéria quanto para a radiação, as seguintes relações são válidas: $E = h \cdot \nu$ e $p = h/\lambda$, em que E e p são, respectivamente, a energia total e o momento linear da partícula. O comprimento de onda de De Broglie é, portanto, definido como:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

sendo m e v a massa e a velocidade da partícula, respectivamente.

Apesar de a relação de De Broglie ser aplicada a todas as substâncias físicas, o comprimento de onda associado a partículas macroscópicas é muito pequeno, não sendo possível observar o comportamento ondulatório (difração, interferência, etc.). Alguns exemplos são apresentados a seguir.

Exemplos da aplicação da relação de De Broglie:

1. Cálculo do comprimento de onda de De Broglie

$\left(\lambda = \frac{h}{mv}\right)$ para um elétron de massa $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg movendo-se à velocidade de $1,0 \cdot 10^6$ m.s⁻¹.

$$\lambda = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}}{(9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}) \cdot (1,0 \cdot 10^6 \text{ m.s}^{-1})}$$

$$\lambda = 7,3 \cdot 10^{-10} \text{ m} \cong 7 \text{ \AA}$$

2. Cálculo do comprimento de onda de De Broglie

$\left(\lambda = \frac{h}{mv}\right)$ para um corpo de massa $5 \cdot 10^{-3}$ kg movendo-se à velocidade de 1 m.s⁻¹.

$$\lambda = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}}{(5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}) \cdot (1 \text{ m.s}^{-1})}$$

$$\lambda = 1,32 \cdot 10^{-31} \text{ m}$$

ALMEIDA, Wagner P. de; SOARES, Hélio D. dos. Modelos teóricos para a compreensão da estrutura da matéria. *Química Nova na Escola* – cadernos temáticos. Sociedade Brasileira de Química. n. 4, maio 2001.

Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/04/mod-teor.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2014. [Fragmento]

PRINCÍPIO DA INCERTEZA

Em 1926, Werner Heisenberg, diante da constatação de que é impossível determinar a posição e o momento linear de um elétron simultaneamente, enuncia o seu Princípio da Incerteza. A partir de então, foi abandonada a ideia de órbitas para os elétrons e passou-se a utilizar para eles uma descrição probabilística. A incerteza na posição de um elétron em um átomo (Δx) multiplicada pela incerteza no momento (Δp) nunca deve ser menor que $\frac{\hbar}{2}$. Isso quer dizer que, se desejarmos conhecer o momento (ou a velocidade) de um corpo muito pequeno, como um elétron, com grande exatidão ($\Delta p \rightarrow 0$), devemos aceitar uma incerteza muito grande na posição ($\Delta x \rightarrow \infty$), tal que:

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$$

$$\Delta p = \Delta(mv); \hbar = \frac{h}{2\pi}$$

MODELO ATÔMICO ATUAL

Erwin Schrödinger propôs uma equação que descreve o comportamento do elétron tanto como partícula quanto como onda, denominada equação fundamental da mecânica quântica. A resolução dessa equação nos apresenta um conjunto de funções que denominamos funções de onda, que descrevem o comportamento ondulatório do elétron.

As funções de onda abrangem o Princípio da Incerteza de Heisenberg e, a partir delas, encontramos a probabilidade de encontrar um elétron em uma dada região do espaço ao redor do núcleo. A região do espaço, ao redor do núcleo, onde é máxima a probabilidade de encontrarmos um elétron, é denominada **orbital**.

Sendo assim, esse novo modelo descreve precisamente a energia dos elétrons, e a localização desses elétrons é dada em termos de probabilidade.



1B0N

Orbitais atômicos

Assista ao vídeo "Orbitais atômicos" e repare nos orbitais que descrevem as regiões no espaço, ao redor do núcleo, de maior probabilidade de se encontrar um elétron. Bons estudos!

NÚMEROS QUÂNTICOS

A resolução da equação fundamental da mecânica quântica fornece três números, denominados números quânticos. Cada número quântico pode ter muitos valores, e cada combinação permitida desses valores oferece uma solução para a equação de onda. Essas combinações descrevem certas características dos elétrons, tais como energia e distribuição espacial.

Número quântico principal (n)

Número inteiro positivo que representa o nível energético principal do elétron. O valor de n representa o raio relativo da nuvem eletrônica. O aumento dos valores de n corresponde ao aumento da energia para o elétron.

Número quântico secundário ou azimutal (ℓ)

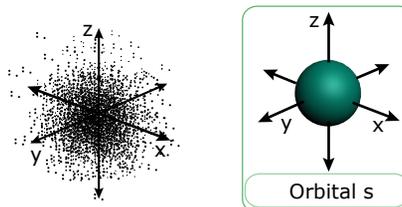
É o número que indica a forma da nuvem eletrônica. Formas particulares de nuvens eletrônicas acham-se associadas a cada valor de ℓ.

Os valores numéricos de ℓ estão associados aos valores de n e podem variar de 0 até n - 1.

Notações comuns para o número quântico secundário $\ell = 0, 1, 2, 3$ e 4 são s, p, d, f e g. Por exemplo, um elétron s tem uma distribuição esférica no espaço, um orbital p tem uma distribuição em forma de halteres, e assim por diante, independentemente do nível energético principal. Os valores de ℓ indicam as formas dos orbitais, mas não as dimensões das nuvens eletrônicas, pois a probabilidade de se encontrar um elétron a grandes distâncias do núcleo é limitada.

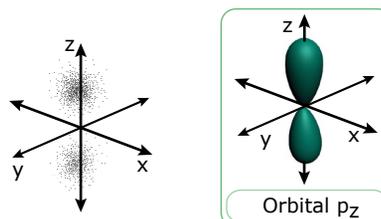
Orbitais atômicos

Orbital "s"

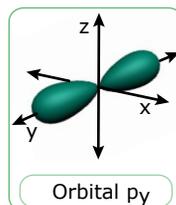


Orbital s

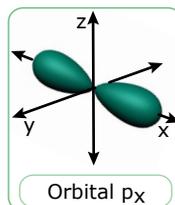
Orbitais "p"



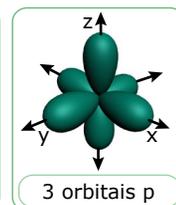
Orbital p_z



Orbital p_y

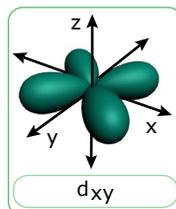


Orbital p_x

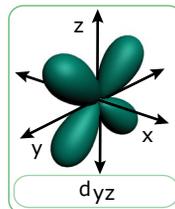


3 orbitais p

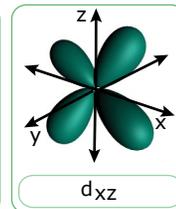
Orbitais "d"



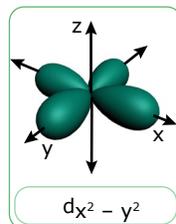
d_{xy}



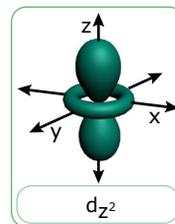
d_{yz}



d_{xz}



d_{x² - y²}



d_{z²}

Orbitais são regiões ao redor do núcleo em que é máxima a probabilidade de se encontrar um elétron.

Para átomos com mais de um elétron, devemos considerar as repulsões elétron-elétron, bem como as atrações elétron-núcleo. Sendo assim, verificamos que diferenças em valores de ℓ , entre dois elétrons do mesmo nível energético principal, conduzem a diferenças na energia, devido aos percursos seguidos pelos elétrons. Por essa razão, os diversos valores de ℓ definem subníveis de energia.

Número quântico magnético (m_ℓ)

É um número associado às orientações permitidas, no espaço, para uma nuvem eletrônica. Os valores numéricos de m_ℓ são inteiros, estão associados aos valores de ℓ e podem variar de $-\ell$ até $+\ell$.

O número de orientações permitidas está diretamente relacionado à forma da nuvem eletrônica. Quando $\ell = 0$, há uma única orientação, uma vez que essa é uma distribuição esférica. Quando $\ell = 1$, existem três orientações permitidas. Os eixos desses três orbitais em forma de halteres estão a 90° uns dos outros. Eles são designados p_x , p_y e p_z , correspondendo a maiores concentrações de carga ao longo das três coordenadas cartesianas. Quando $\ell = 2$, existem cinco orientações permitidas. Três orientações ao longo da bissetriz das três coordenadas cartesianas (d_{xz} , d_{yz} e d_{xy}), uma concentrada ao longo do eixo z (d_{z^2}) e outra nos eixos x e y ($d_{x^2 - y^2}$).

Todos os orbitais de um subnível devem ter a mesma energia num átomo isolado. Por exemplo, elétrons nos orbitais p_x , p_y e p_z têm energias idênticas, porque diferem apenas em direção, não diferem no tamanho ou na forma de sua distribuição. Quando um átomo interage com outros átomos ou com um campo elétrico, o arranjo espacial e a energia dos orbitais podem modificar-se.

Número quântico spin (m_s)

Há um quarto número quântico que não deriva da equação de Schrödinger. Essa equação predizia frequência para as linhas espectrais que não eram exatamente as obtidas experimentalmente.

Em 1925, Goudsmit e Uhlenbeck propuseram uma explicação para esses minúsculos desvios. Eles sugeriram que um elétron se comporta em alguns aspectos como uma esfera girando em torno de seu eixo. Essa propriedade é denominada spin.

O número quântico spin possui apenas dois valores permitidos, $+1/2$ e $-1/2$, indicando que um elétron pode girar em torno de seu próprio eixo no sentido horário ou anti-horário, respectivamente.

NÍVEIS DE ENERGIA

Os elétrons estão distribuídos em sete camadas ao redor do núcleo. Elas são representadas pelas letras K, L, M, N, O, P e Q, sucessivamente, a partir do núcleo.

Os elétrons de um átomo têm diferentes energias. A localização deles na eletrosfera depende de suas energias. À medida que as camadas se afastam do núcleo, aumenta a energia potencial dos elétrons nelas distribuídos.

As camadas da eletrosfera representam os níveis de sua energia. Assim, as camadas K, L, M, N, O, P e Q constituem os 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º e 7º níveis de energia, respectivamente.

DISTRIBUIÇÃO ELETRÔNICA DOS ELEMENTOS

Para distribuímos os elétrons em suas respectivas camadas eletrônicas, devemos utilizar o diagrama de Linus Pauling, obtido a partir do modelo atômico atual (modelo da mecânica quântica):

1s			
2s	2p		
3s	3p	3d	
4s	4p	4d	4f
5s	5p	5d	5f
6s	6p	6d	
7s	7p		

As letras s, p, d e f são subníveis, e os números 1, 2, 3, 4, 5, 6, e 7 são os níveis eletrônicos. Os subníveis de energia são formados a partir de orbitais. Um orbital é a "residência" de um elétron.

Veja a seguir a representação dos orbitais.

Subnível	Representações de orbitais
s	□
p	□□□
d	□□□□□
f	□□□□□□□

Cada "caixinha" é um orbital e, em cada orbital, podemos colocar, no máximo, 2 elétrons. Então, o número máximo de elétrons existentes em um subnível é:

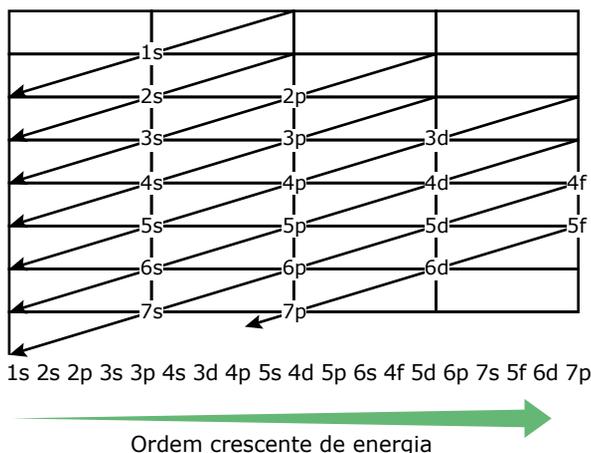
Subnível	N. máximo de elétrons
s	2
p	6
d	10
f	14

Se somarmos o número máximo de elétrons em cada subnível no diagrama de Pauling, encontraremos o número máximo de elétrons em cada camada.

	Diagrama				N. prático máximo de e ⁻
K	1s ²				2
L	2s ²	2p ⁶			8
M	3s ²	3p ⁶	3d ¹⁰		18
N	4s ²	4p ⁶	4d ¹⁰	4f ¹⁴	32
O	5s ²	5p ⁶	5d ¹⁰	5f ¹⁴	32
P	6s ²	6p ⁶	6d ¹⁰		18
Q	7s ²	7p ⁶			8

A distribuição eletrônica deve ser feita de modo que os subníveis sejam totalmente preenchidos para que possamos passar para outro subnível. Essa ordem de preenchimento é energética, ou seja, o subnível de menor energia é preenchido primeiro.

O sentido de preenchimento é mostrado na figura a seguir:



Façamos agora alguns exemplos de distribuições eletrônicas em ordem energética.

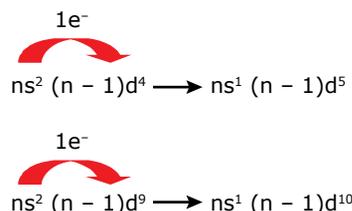
- O (Z = 8) ⇒ 1s² 2s² 2p⁴
- Na (Z = 11) ⇒ 1s² 2s² 2p⁶ 3s¹
- P (Z = 15) ⇒ 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p³
- Cl (Z = 17) ⇒ 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁵
- Ca (Z = 20) ⇒ 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s²
- Sc (Z = 21) ⇒ 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d¹
- Fe (Z = 26) ⇒ 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d⁶
- Ce (Z = 58) ⇒ 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d¹⁰ 4p⁶ 5s² 4d¹⁰ 5p⁶ 6s² 4f²

OBSERVAÇÃO

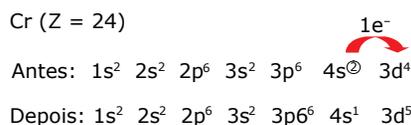
Esses átomos são neutros, então, seu número de elétrons é igual ao seu número atômico.

Distribuições irregulares

As distribuições eletrônicas terminadas em ns²(n - 1)d⁴ e ns²(n - 1)d⁹ não devem permanecer assim; um elétron do orbital s deverá ser transferido para esses orbitais, transformando-os em s¹ d⁵ e s¹ d¹⁰. Veja o esquema a seguir:



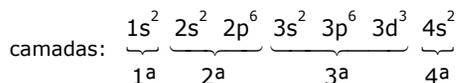
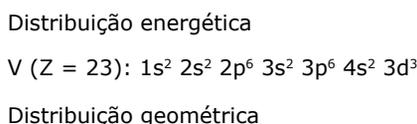
Exemplos:



Distribuição eletrônica em ordem geométrica

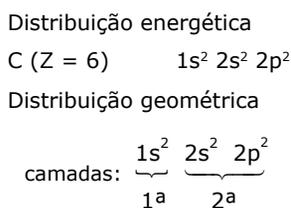
É a distribuição em que colocamos as camadas em ordem de distanciamento do núcleo.

Exemplo:



Algumas vezes, a distribuição energética é idêntica à distribuição geométrica.

Exemplo:



Distribuição eletrônica por orbitais

Um elétron pode ser representado por uma semisseta: \uparrow ou \downarrow . Em um orbital, sempre que tivermos dois elétrons, devemos representá-los por $\uparrow\downarrow$, jamais $\uparrow\uparrow$ ou $\downarrow\downarrow$.

As semissetas simbolizam elétrons com seus respectivos números quânticos magnéticos spin (m_s). Em cada orbital, somente é permitida a existência de, no máximo, dois elétrons emparelhados $\uparrow\downarrow$, com spins contrários ($+1/2$ ou $-1/2$), para garantir que a atração magnética compense a repulsão elétrica entre os elétrons. Elétrons emparelhados $\uparrow\uparrow$ ou $\downarrow\downarrow$ apresentam repulsão magnética e elétrica e não podem permanecer juntos no mesmo orbital.

A distribuição eletrônica por orbitais é aquela que representa os elétrons por setas em seus respectivos orbitais. Para efetuar tal distribuição, devemos seguir a Regra de Hund e o Princípio da Exclusão de Pauli.

Regra de Hund

Cada orbital deve possuir um elétron de representação \uparrow para depois ser preenchido com outro elétron \downarrow .

Exemplo: Distribuição de cinco elétrons em um orbital do tipo **d**.

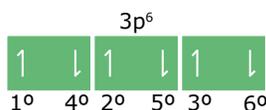


Outros exemplos:



OBSERVAÇÃO

Ordem de preenchimento:



Princípio da Exclusão de Pauli

Dois elétrons em um mesmo orbital não podem apresentar os quatro números quânticos iguais, pois, se isso ocorrer, a repulsão elétrica (devido às suas cargas negativas) não será compensada pela atração magnética (gerada pelo movimento em sentidos contrários em torno do eixo dos elétrons).

Distribuição eletrônica de íons

Inicialmente, devemos definir subnível de valência.

Subnível de valência \Rightarrow É o subnível mais distante do núcleo.

Exemplo:

Zn ($Z = 30$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$
O subnível $4s^2$ é o mais distante do núcleo.

Então, o subnível $3d^{10}$ é o mais energético na distribuição do zinco (Zn).

Subnível mais energético \Rightarrow É o subnível que aparece por último na distribuição energética.

Algumas vezes, o subnível de valência coincide com o subnível mais energético; isso só ocorre quando a distribuição energética é idêntica à distribuição geométrica.

Exemplo:

Ca ($Z = 20$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$
 $4s^2$ é o subnível de valência e também o mais energético.

Agora, nós temos condições de demonstrar a distribuição eletrônica de íons. Quando quisermos fazer a distribuição de cátions (perdem e^-) e ânions (ganham e^-), basta retirarmos elétrons do subnível de valência, ou a ele acrescentarmos elétrons.

Exemplos:

1. Ca^{2+} ($Z = 20$) \Rightarrow perdeu 2 e^-
átomo neutro $\Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$
Devemos retirar 2 elétrons do subnível de valência $4s$.
cátion $\Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
2. C^{4-} ($Z = 17$) \Rightarrow ganhou 1 e^-
átomo neutro $\Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
Devemos acrescentar 1 elétron ao subnível de valência $3p$.
ânion $\Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
3. V^{3+} ($Z = 23$) \Rightarrow perdeu 3 e^-
átomo neutro $\Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$

Devemos retirar 3 elétrons do subnível de valência, porém, o subnível $4s$ possui apenas 2 elétrons. Ao fazermos a retirada de seus dois elétrons, o novo subnível de valência passa a ser o subnível $3d$, de onde deveremos retirar o elétron restante.

cátion $\Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (UDESC) Assinale a alternativa correta sobre o modelo atômico atual.

- A) O número de prótons é sempre igual ao número de nêutrons, em todos os átomos.
- B) Os elétrons se comportam como partículas carregadas, girando ao redor do núcleo em órbitas definidas.
- C) A descrição probabilística de um elétron em um orbital p gera uma forma esférica em torno do núcleo.
- D) Orbital é a região mais provável de se encontrar o elétron a uma certa distância do núcleo.
- E) Os átomos são formados pelas partículas elétrons, prótons e nêutrons, cujas massas são semelhantes.

02. (UFGD-MS) No modelo atômico da mecânica quântica, os elétrons são descritos por quatro diferentes números quânticos: número quântico principal; número quântico secundário; número quântico magnético; número quântico de spin. Assinale a alternativa que apresenta, respectivamente, os significados físicos desses números.

- A) tamanho do átomo; probabilidade de encontrar o elétron; magnetismo do átomo; rotação do elétron em torno de si mesmo.
- B) raio nuclear; região de probabilidade; magnetismo do átomo e rotação do elétron em torno do átomo.
- C) atração dos elétrons pelo núcleo; forma plana da região que o elétron ocupa; magnetismo do átomo; rotação do elétron em torno do núcleo.
- D) nível principal de energia do elétron; forma espacial da região que o elétron ocupa; orientação espacial do orbital atômico e rotação do elétron em torno de si mesmo.
- E) energia do elétron; forma espacial do orbital molecular; orientação espacial do orbital; rotação do elétron em torno de si mesmo.

03. (Unit-SE-2021) Alguns compostos de antimônio são empregados na formulação de fármacos, porém nem todos são inofensivos para a saúde humana: é dito que sua toxicidade depende diretamente da forma pela qual o antimônio se apresenta. A dose ideal de antimônio no organismo é de 0,5mg diárias, inclusive, a ingestão em altas doses, pode ser fatal. O antimônio já foi aplicado na medicina para estimular o vômito em pacientes, mas seu uso foi proibido justamente por provocar a morte.

Dados: Antimônio; $Z = 51$

Sobre o antimônio, é correto afirmar:

- A) Há cinco elétrons de valência existentes em sua configuração eletrônica e At é seu símbolo.
- B) Sua configuração eletrônica é representada por $[Ar] 4s^2 3d^{10}4p^1$.
- C) Este átomo apresenta 4 camadas eletrônicas e sua configuração eletrônica é $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$.
- D) Seu número atômico é 51 e o número total de elétrons de valência é 5.
- E) Sb é o símbolo do Antimônio, que possui número atômico 51 com configuração eletrônica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$.

04. (UDESC) O último elétron de um átomo neutro apresenta o seguinte conjunto de números quânticos: $n = 3$; $\ell = 1$; $m = 0$; $s = +1/2$. Convencionando-se que o primeiro elétron a ocupar um orbital possui número quântico de spin igual a $+1/2$, o número atômico desse átomo é igual a:

- A) 15
- B) 14
- C) 13
- D) 17
- E) 16

05. (UEM-PR) Assinale a(s) alternativa(s) correta(s).

- 01. Os orbitais do tipo s apresentam forma esférica, sendo que o volume dessa esfera varia em função do seu nível de energia.
- 02. Os três orbitais p do átomo de oxigênio têm o mesmo tamanho e a mesma forma, mas diferem entre si na orientação espacial.
- 04. Uma combinação possível de números quânticos n e ℓ é $n = 2$ com $\ell = 2$.
- 08. O íon ferroso apresenta cinco elétrons desemparelhados distribuídos em orbitais d.
- 16. O conjunto de números quânticos que caracteriza o elétron mais energético do átomo de escândio, no seu estado fundamental, pode ser dado por $n = 3$, $\ell = 2$, $m = -2$ e $m_s = -1/2$.

Soma ()

06. (UECE) Na distribuição eletrônica do ${}_{38}\text{Sr}^{88}$, o 17º par eletrônico possui os seguintes valores dos números quânticos (principal, secundário, magnético e spin):

- A) 4, 2, 0, $-1/2$ e $+1/2$.
- B) 4, 1, $+1$, $-1/2$ e $+1/2$.
- C) 4, 1, 0, $-1/2$ e $+1/2$.
- D) 4, 2, -1 , $-1/2$ e $+1/2$.

07. (UECE) A regra de Hund, como o próprio nome indica, foi formulada pela primeira vez, em 1927, pelo físico alemão Friedrich Hund. Ele partiu diretamente da estrutura nuclear, já conhecida e medida, das moléculas e tentou calcular as orbitais moleculares adequadas por via direta, resultando na regra de Hund. Essa regra afirma que a energia de um orbital incompleto é menor quando nela existe o maior número possível de elétrons com spins paralelos. Considerando a distribuição eletrônica do átomo de enxofre em seu estado fundamental ($Z = 16$), assinale a opção que apresenta a aplicação correta da regra de Hund.

- A) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^2 3p_y^2 3p_z^0$
- B) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^2 3p_y^1 3p_z^1$
- C) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^2 3p_y^0 3p_z^2$
- D) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^1 3p_y^2 3p_z^1$

08. (EBMSP) A realização excessiva de exames de maneira indistinta é vista hoje como um dos mais graves problemas da saúde pública. Além dos custos elevados, há questionamentos sobre o impacto real desses testes na mortalidade. Entre os exames questionados estão o teste do antígeno prostático específico, PSA, feito pelo exame de sangue, para diagnóstico do câncer de próstata; a mamografia anual para as mulheres a partir de 40 anos; e, para avaliar o coração, procedimentos como tomografias, cintilografias, ecocardiografias; além da ressonância por estresse farmacológico, realizada com administração de medicação vasodilatadora, como a adenosina, e de contrastes intravenosos para realçar as imagens obtidas na ressonância, a exemplo de soluções constituídas por complexos químicos que apresentam íons gadolínio, Gd^{3+} , na estrutura.

Disponível em: <http://istoe.com.br>. Acesso em: abr. 2017 (Adaptação).

Considerando que a configuração eletrônica do átomo de gadolínio, ${}_{64}Gd^{157}$, em ordem crescente de energia, é representada de maneira simplificada por $[Xe]6s^2 5d^1 4f^7$,

- A) indique o número de prótons e de nêutrons no núcleo desse átomo.
- B) escreva a configuração eletrônica do íon Gd^{3+} .

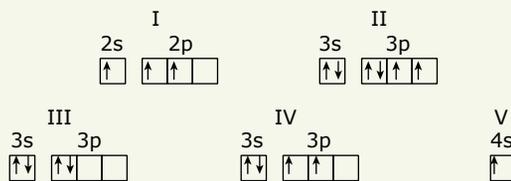
09. (UERJ) O selênio é um elemento químico essencial ao funcionamento do organismo, e suas principais fontes são o trigo, as nozes e os peixes. Nesses alimentos, o selênio está presente em sua forma aniônica Se^{2-} . Existem na natureza átomos de outros elementos químicos com a mesma distribuição eletrônica desse ânion. O símbolo químico de um átomo que possui a mesma distribuição eletrônica desse ânion está indicado em:

- A) Kr B) Br C) As D) Te

10. (UFPB) A contribuição da Química para o aumento do bem-estar humano está associada ao conhecimento sobre a influência da configuração eletrônica dos elementos na reatividade, propriedade fortemente relacionada à camada de valência típica de cada elemento.

Conforme as restrições impostas pelo modelo quântico, os elétrons não se encontram dispostos aleatoriamente nos orbitais atômicos.

Considere as representações de configurações eletrônicas na camada de valência:



Com base nessas informações, é correto afirmar que a configuração eletrônica representada em

- A) I corresponde à camada de valência do boro.
- B) II infringe o princípio de exclusão de Pauli.
- C) III infringe uma das regras para o preenchimento dos orbitais.
- D) IV corresponde à camada de valência do enxofre.
- E) V corresponde à camada de valência do íon Ca^{2+} .

11. (FGV) Uma nova e promissora classe de materiais supercondutores tem como base o composto diboreto de zircônio e vanádio. Esse composto é sintetizado a partir de um sal de zircônio (IV).

PESQUISA FAPESP, jun. 2013 (Adaptação).

O número de prótons e de elétrons no íon Zr^{4+} e o número de elétrons na camada de valência do elemento boro no estado fundamental são, respectivamente,

Dados: Zr ($Z = 40$); B ($Z = 5$).

- A) 36; 40; 5. D) 40; 36; 5.
- B) 36; 40; 3. E) 40; 36; 3.
- C) 40; 44; 3.

GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. D 03. C 05. A
- 02. B 04. B 06. B
- 07. ${}_{7}N^{3-}: 1s^2 2s^2 2p^6$
 ${}_{23}V^{3+}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$
- 08. C

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. D 05. Soma = 19
- 02. D 06. C
- 03. D 07. B
- 04. B
- 08. A) prótons = 64
nêutrons = 93
- B) $[Xe]4f^7$
- 09. A 10. C 11. E



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Cálculos Químicos

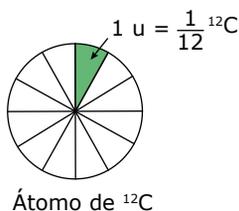
Antes de mais nada, o que significa medir? Medir é comparar algo com um padrão fundamental previamente estabelecido. O padrão escolhido para massa foi o quilograma (kg), seus múltiplos e submúltiplos. Porém, para medirmos a massa das espécies químicas, esse padrão revela-se incompatível, uma vez que é infinitas vezes maior que o objeto a ser analisado. Por isso, iremos definir um novo padrão de comparação para determinar a massa no "mundo atômico".

Começaremos medindo a massa da unidade fundamental da matéria: o átomo. O átomo é uma espécie química muito pequena e, por isso, não poderemos utilizar os padrões usuais de medida de massa, como o grama, o quilograma ou a tonelada. Portanto, temos a necessidade de definir um novo padrão de comparação de massa para a determinação da massa de um único átomo, denominada massa atômica. O que seria tão pequeno quanto um átomo para ser utilizado como padrão de comparação? Resposta: outro átomo. Qual? Foi escolhido o átomo de carbono-12 e foi atribuída a ele a massa padrão 12 u*.

O **átomo padrão**, na escala de massas atômicas, é o átomo de carbono, isótopo 12 (^{12}C), cuja massa atômica foi fixada em 12 unidades (12 u).

UNIDADE DE MASSA ATÔMICA (u)

Ao definirmos o átomo padrão, deparamo-nos com o seguinte problema: existem átomos de outros elementos químicos que são menores do que o carbono-12. Como solução do problema, convencionamos que a unidade padrão para a medição da massa das espécies químicas não era a massa do carbono-12, mas sim a décima segunda parte dessa massa.



(u) \Rightarrow é $\frac{1}{12}$ da massa do átomo ^{12}C .

Podemos ainda relacionar a unidade de massa atômica com o equivalente em gramas. Temos, então:

1 mol de átomos de C — 12 g — $6,022141 \cdot 10^{23}$ átomos de C

x — 1 átomo de C

$$6,022141 \cdot 10^{23} \cdot x = 12$$

$$x = \frac{12}{6,022141 \cdot 10^{23}}$$

$$x = 1,993 \cdot 10^{-23} \text{ g}$$

Como uma unidade de massa atômica corresponde a 1/12 da massa do carbono-12, temos:

$$1 \text{ u} = 1/12 \cdot 1,99335 \cdot 10^{-23} \text{ g}$$

$$1 \text{ u} = 1,66054 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

MASSA ATÔMICA DE UM ELEMENTO



É a massa de um átomo de um elemento, expressa em unidades de massa atômica (u).

Exemplo:

Massa atômica do titânio (Ti) = 48 u.

A partir desse valor, podemos concluir que

1. um átomo de Ti tem a massa de 48 u.
2. um átomo de Ti tem sua massa 48 vezes maior que a unidade padrão (u).
3. um átomo de Ti tem sua massa 48 vezes maior que 1/12 da massa do átomo de ^{12}C .
4. um átomo de Ti tem sua massa 4 vezes maior que a massa de um átomo de ^{12}C .

Na tabela periódica, o que encontramos não é a massa atômica de um isótopo específico de um dado elemento, e sim a média ponderada de todos os seus isótopos.

Exemplo: Cl $\left\{ \begin{array}{l} ^{35}\text{Cl} \dots\dots\dots 75\% \\ ^{37}\text{Cl} \dots\dots\dots 25\% \end{array} \right.$

Massa atômica (MA) do cloro:

$$\text{MA} (\text{Cl}) = \frac{35 \cdot 75\% + 37 \cdot 25\%}{100\%} = 35,5 \text{ u}$$

*u \Rightarrow unidade de massa atômica; unidade padrão utilizada para a medição da massa das espécies químicas.

MASSA MOLECULAR DE UMA SUBSTÂNCIA



É a massa de uma espécie química (molécula, aglomerado iônico ou íon composto) de uma substância, expressa em unidades de massa atômica (u).

Numericamente, a massa molecular é obtida pela soma das massas atômicas de todos os átomos contidos em uma espécie química.

Exemplo:

Massas atômicas: H = 1 u; O = 16 u

Massa molecular da $H_2O = (2 \cdot 1 + 16) u = 18 u$

A partir desse valor, podemos concluir que

1. uma molécula de H_2O tem a massa 18 vezes maior que $1/12$ do átomo de ^{12}C .
2. uma molécula de H_2O tem a massa 18 vezes maior que a unidade padrão (u).
3. uma molécula de H_2O tem a massa 1,5 vezes maior que um átomo de ^{12}C .

CONSTANTE DE AVOGADRO



O primeiro cientista a defender a ideia de que uma amostra de um elemento, com massa em gramas numericamente igual à massa atômica, apresenta sempre o mesmo número de átomos (N) foi Amedeo Avogadro (1776-1856). Ele não conseguiu determinar o valor de N.

Mais tarde, quando a constante N foi determinada, ela recebeu o nome de constante de Avogadro ou número de Avogadro.

Seu valor é numericamente igual ao número de átomos de ^{12}C contidos em 12 g de ^{12}C . Esse valor é determinado experimentalmente e é igual a $6,02 \cdot 10^{23}$.

MOL



É um conjunto que contém $6,02 \cdot 10^{23}$ espécies químicas constituintes de um determinado material.

Exemplos:

1. 1 mol de H_2O é a quantidade de matéria que contém $6,02 \cdot 10^{23}$ moléculas de H_2O .
2. 1 mol de $NaCl$ é a quantidade de matéria que contém $6,02 \cdot 10^{23}$ aglomerados iônicos de cloreto de sódio, ou seja, $6,02 \cdot 10^{23}$ cátions Na^+ e $6,02 \cdot 10^{23}$ ânions Cl^- .

3. 2 mol de Ti é a quantidade de matéria que contém $2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$, ou seja, $12,04 \cdot 10^{23}$ átomos de Ti.
4. 2 mol de H_2SO_4 é a quantidade de matéria que contém $2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$, ou seja, $12,04 \cdot 10^{23}$ moléculas de H_2SO_4 . Ou, ainda, $24,08 \cdot 10^{23}$ átomos do elemento hidrogênio, $12,04 \cdot 10^{23}$ átomos do elemento enxofre e $48,16 \cdot 10^{23}$ átomos do elemento oxigênio.

MASSA MOLAR (M)



É a massa em gramas que contém $6,02 \cdot 10^{23}$ espécies químicas. Sua unidade é g/mol ou $g \cdot mol^{-1}$.

Exemplos:

1. Massa molar do oxigênio (O) = $16 g \cdot mol^{-1}$. Um mol de átomos de oxigênio tem a massa de 16 g $\rightarrow 6,02 \cdot 10^{23}$ átomos de oxigênio têm a massa de 16 g.
2. Massa molar da glicose ($C_6H_{12}O_6$) = $180 g \cdot mol^{-1}$. Um mol de moléculas de glicose tem a massa de 180 g $\rightarrow 6,02 \cdot 10^{23}$ moléculas de glicose têm a massa de 180 g.
3. Massa molar do íon (NH_4^+) = $18 g \cdot mol^{-1}$.

Um mol de íons amônio tem a massa de 18 g $\rightarrow 6,02 \cdot 10^{23}$ íons amônio têm a massa de 18 g.

QUANTIDADE DE MATÉRIA (n)



É a grandeza que indica o número de mols contido em um determinado sistema. Para calcularmos a quantidade de matéria, podemos utilizar a seguinte expressão:

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

A unidade da quantidade de matéria é o mol.

Exemplo:

Em um sistema, encontramos 900 g de glicose. Qual a quantidade de matéria contida nele?

Massa molar do $C_6H_{12}O_6 = 180 g \cdot mol^{-1}$

$$n(C_6H_{12}O_6) = \frac{900 \text{ g}}{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 5 \text{ mol}$$

Logo, a quantidade de matéria contida no sistema é igual a cinco mols de moléculas de $C_6H_{12}O_6$, consequentemente, 900 g de glicose contêm $5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$ moléculas de glicose.

OBSERVAÇÕES

- O plural de mol é mols. Quando a palavra “mol” representa uma unidade, ela não pode ser flexionada no plural. Veja: 5 mol (escreve-se a unidade no singular e lê-se no plural, cinco mols).
- O termo “quantidade de matéria” é atualmente recomendado pela IUPAC. Esse termo veio substituir o termo “número de mols”.

EXERCÍCIO RESOLVIDO

01. (PUC Minas) Leia o texto a seguir e responda.

Suplemento com cromo pode causar câncer

O picolinato de cromo ($C_{18}H_{12}N_3O_6Cr$), um dos suplementos de dieta mais usados por frequentadores de academia de ginástica e por pessoas que querem perder peso, pode provocar câncer. Testes de laboratório mostram que o produto, o mais popular dos suplementos de cromo, causa sérios danos aos cromossomos.

ESTADO DE S. PAULO, 26 out. 1999.

Se uma pessoa ingerir 209 g de picolinato de cromo anualmente, estará ingerindo, exceto

- 26 g de cromo.
- $3,60 \cdot 10^{23}$ átomos de oxigênio.
- $3,01 \cdot 10^{23}$ moléculas de picolinato de cromo.
- 9 mol de carbono.

Resolução:

Iniciaremos calculando a massa molar do picolinato de cromo.

$$M(C_{18}H_{12}N_3O_6Cr) = (18 \cdot 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}) + (12 \cdot 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}) + (3 \cdot 14,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}) + (6 \cdot 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}) + 52,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M(C_{18}H_{12}N_3O_6Cr) = 418,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

- Alternativa correta
 $418,0 \text{ g de } C_{18}H_{12}N_3O_6Cr \text{ — } 52,0 \text{ g de Cr}$
 $209 \text{ g de } C_{18}H_{12}N_3O_6Cr \text{ — } x$
 $x = 26,0 \text{ gramas de cromo}$

- Alternativa incorreta
 $418,0 \text{ g de } C_{18}H_{12}N_3O_6Cr \text{ — } 6 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ átomos de O}$
 $209 \text{ g de } C_{18}H_{12}N_3O_6Cr \text{ — } y$
 $y = 18,06 \cdot 10^{23} \text{ átomos de oxigênio}$
- Alternativa correta
 $418,0 \text{ g de } C_{18}H_{12}N_3O_6Cr \text{ — } 6,02 \cdot 10^{23} \text{ moléculas de } C_{18}H_{12}N_3O_6Cr$
 $209 \text{ g de } C_{18}H_{12}N_3O_6Cr \text{ — } z$
 $z = 3,01 \cdot 10^{23} \text{ moléculas de picolinato de cromo}$
- Alternativa correta
 $418,0 \text{ g de } C_{18}H_{12}N_3O_6Cr \text{ — } 18,0 \text{ mol de C}$
 $209 \text{ g de } C_{18}H_{12}N_3O_6Cr \text{ — } w$
 $w = 9,0 \text{ mol carbono}$

Resposta: Alternativa B.

VOLUME MOLAR 

É o volume ocupado por um mol de qualquer substância a uma determinada temperatura e pressão. O volume molar apresenta uma maior importância no estudo dos gases; por isso, neste tópico, daremos ênfase ao cálculo do volume molar para gases.

Nas mesmas condições de pressão e de temperatura, o volume molar de qualquer gás é sempre o mesmo. Particularmente nas CNTP (condições normais de temperatura e pressão: 0°C e 1 atm ou $1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa}$), 1 mol de qualquer gás ocupa um volume de $22,4 \text{ L}$.

Mais recentemente, a IUPAC alterou o valor da pressão nas CNTP de modo que os seus novos valores são: 0°C e 1 bar ($1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$); e o novo valor do volume molar passou a ser $22,71 \text{ L}$.

Para quaisquer valores de temperatura e de pressão, podemos calcular o valor do volume molar por meio da equação de Clapeyron para os gases ideais.

Exemplos:

- $22,71 \text{ L}$ de O_2 nas CNTP equivalem a $1,0 \text{ mol}$ de O_2 e $2,0 \text{ mol}$ de átomos de O.
- $3,0 \text{ mol}$ de CO_2 nas CNTP ocupam um volume de $68,13 \text{ L}$ e apresentam $3,0 \text{ mol}$ de átomos de C e $6,0 \text{ mol}$ de átomos de O.
- $92,0 \text{ gramas}$ de NO_2 contêm $2,0 \text{ mol}$ de NO_2 e, portanto, nas CNTP ocupam um volume de $45,42 \text{ L}$.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



- 01.** Sabendo-se que a massa atômica da prata é igual a 108 u, assinale a alternativa incorreta.
- A) Um átomo de prata tem a massa de 108 u.
 B) Um átomo de prata tem sua massa 108 vezes maior que a massa do átomo de ^{12}C .
 C) Um átomo de prata tem sua massa 108 vezes maior que 1/12 da massa do átomo de ^{12}C .
 D) Um átomo de prata tem sua massa 9 vezes maior que a massa de um átomo de ^{12}C .
- 02.** (UERJ) Em 1815, o médico inglês William Prout formulou a hipótese de que as massas atômicas de todos os elementos químicos corresponderiam a um múltiplo inteiro da massa atômica do hidrogênio. Já está comprovado, porém, que o cloro possui apenas dois isótopos e que sua massa atômica é fracionária. Os isótopos do cloro, de massas atômicas 35 e 37, estão presentes na natureza, respectivamente, nas porcentagens de
- A) 55% e 45%. C) 75% e 25%.
 B) 65% e 35%. D) 85% e 15%.
- 03.** (UFRGS-RS) O elemento bromo apresenta massa atômica 79,9. Supondo que os isótopos ^{79}Br e ^{81}Br tenham massas atômicas, em unidade de massa atômica, exatamente iguais aos seus respectivos números de massa, qual será a abundância relativa de cada um dos isótopos?
- A) 75% ^{79}Br e 25% ^{81}Br .
 B) 55% ^{79}Br e 45% ^{81}Br .
 C) 50% ^{79}Br e 50% ^{81}Br .
 D) 45% ^{79}Br e 55% ^{81}Br .
 E) 25% ^{79}Br e 75% ^{81}Br .
- 04.** Considerando seus conhecimentos em cálculos químicos, determine:
- A) a massa molar do óxido de ferro III (Fe_2O_3).
 B) a massa molar do ácido acético (CH_3COOH).
 C) a massa molar do fosfato de cálcio ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$).
 D) o número de átomos presentes em uma amostra de 34,5 g de sódio.
 E) o número de moléculas presentes em uma amostra de 6 mol de H_2SO_4 .
 F) a massa em gramas presente em uma amostra contendo 3,5 mol de Na_2SO_4 .
 G) a quantidade em mol presente em uma amostra contendo 450 g de CaCO_3 .
- 05.** (ACAFE-SC-2021) Ivermectina é um medicamento que pode ser utilizado no tratamento de filariose, ascariíase, oncocercose, entre outros. Considere que um comprimido contém 6,0 mg de ivermectina. Determine o número de átomos de carbono, oriundos da ivermectina, neste comprimido.

Dados: Sobre a ivermectina considere que 100% do princípio ativo seja composto pela molécula $\text{C}_{48}\text{H}_{74}\text{O}_{14}$ e sua massa molar: 875 g/mol. Constante de Avogadro: $6,0 \cdot 10^{23}$.

- A) $1,97 \cdot 10^{20}$ átomos.
 B) $4,11 \cdot 10^{18}$ átomos.
 C) $6,86 \cdot 10^6$ átomos.
 D) $6,00 \cdot 10^3$ átomos.

06.



(Mackenzie-SP) O 1-metilciclopenteno (C_6H_{10}) é um produto bloqueador da ação do etileno e tem sido utilizado com sucesso em flores, hortaliças e frutos, retardando o amadurecimento desses vegetais, aumentando, por isso, a sua vida útil.

Considerando que sejam utilizados 8,2 kg de 1-metilciclopenteno para atrasar o amadurecimento de algumas frutas, é correto afirmar que se gastou:

Dados: Massas molares ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$): H = 1; C = 12.

- A) $1,0 \cdot 10^{-1}$ mol de C_6H_{10} D) $1,0 \cdot 10^2$ mol de C_6H_{10}
 B) 1,0 mol de C_6H_{10} E) $1,0 \cdot 10^3$ mol de C_6H_{10}
 C) $1,0 \cdot 10^1$ mol de C_6H_{10}

07. (OBQ) Uma amostra de dióxido de carbono, pesando 22,0 mg,

- A) contém $3,01 \cdot 10^{20}$ mol de CO_2 .
 B) contém $3,01 \cdot 10^{23}$ moléculas.
 C) contém $6,02 \cdot 10^{23}$ átomos de oxigênio.
 D) ocupa o volume de 11,2 mL em CNTP.
 E) ocupa o volume de 1,12 L em CNTP.

08. (UEA-AM) O volume ocupado por 0,5 mol de hidrogênio gasoso, $\text{H}_{2(g)}$, em determinadas condições de pressão e temperatura, é igual a 24,6 L. Nessas mesmas condições de pressão e temperatura, o volume molar desse gás (volume ocupado por 1,0 mol de gás), em L/mol, é igual a

- A) 12,3. C) 49,2. E) 95,4.
 B) 24,6. D) 73,8.

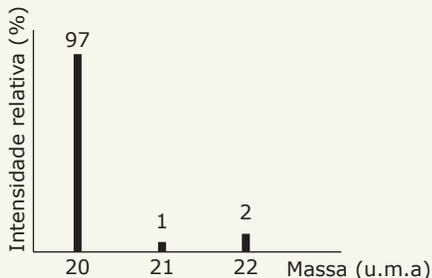
EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (UFV-MG) Joias de ouro são fabricadas a partir de ligas contendo, comumente, além desse metal, prata e cobre. Isso porque o ouro é um metal muito macio. Ouro 18 quilates, por exemplo, contém 75% de ouro, sendo o restante usualmente prata e cobre. Considerando uma pulseira que pesa 26,376 g, contendo 19,700 g de ouro, 4,316 g de prata e 2,540 g de cobre, a proporção de átomos de cada elemento (Au : Ag : Cu) nessa liga será
- A) 2,000 : 1,000 : 1,000. D) 10,00 : 4,000 : 4,000.
 B) 19,70 : 4,316 : 2,540. E) 197,0 : 107,9 : 63,50.
 C) 7,756 : 1,628 : 1,000.

02.
R90L

(UFG-GO) A análise de massas de um elemento químico demonstrou a existência de três isótopos, conforme representado na figura a seguir.



Considerando as abundâncias apresentadas, conclui-se que a massa média para esse elemento é:

- A) 20,05 D) 19,40
B) 21,00 E) 20,40
C) 20,80

03.
DCDK

(IFSul) Em uma restauração dentária, foi usada uma amálgama que continha cerca de 40% (em massa) de mercúrio.

Ao usar 1,0 g dessa amálgama no tratamento, quantos átomos de mercúrio serão colocados na cavidade dentária?

- A) $2 \cdot 10^{-3}$ C) $1,2 \cdot 10^{21}$
B) $5 \cdot 10^{-3}$ D) $3,0 \cdot 10^{21}$

04.
Q2WT

(IMED-SP) Assinale a alternativa que apresenta a massa, em gramas, de um átomo de Vanádio.

Considere: $M.A(V) = 51$ u e o número de Avogadro: $6,02 \cdot 10^{23}$.

- A) $8,47 \cdot 10^{-23}$ g D) $307 \cdot 10^{23}$ g
B) $8,47 \cdot 10^{23}$ g E) $3,07 \cdot 10^{21}$ g
C) $307 \cdot 10^{-23}$ g

05.
KXIF

(PUC Rio) Oxigênio é um elemento químico que se encontra na natureza sob a forma de três isótopos estáveis: oxigênio 16 (ocorrência de 99%); oxigênio 17 (ocorrência de 0,60%) e oxigênio 18 (ocorrência de 0,40%). A massa atômica do elemento oxigênio, levando em conta a ocorrência natural dos seus isótopos, é igual a:

- A) 15,84 D) 16,116
B) 15,942 E) 16,188
C) 16,014

06.

(UFLA-MG) Na natureza, o elemento químico Boro é encontrado em duas formas isotópicas, com 10 e 11 unidades de massa atômica. Sabendo-se que a massa atômica média do Boro é 10,811 u.m.a., a porcentagem dos dois isótopos é, respectivamente:

- A) 0,811% e 99,189%.
B) 0,4762% e 52,38%.
C) 18,900% e 81,100%.
D) 10,811% e 89,189%.

07.
BMYV

(FAMERP-SP) Ureia, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, e sulfato de amônio, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, são substâncias amplamente empregadas como fertilizantes nitrogenados.

A massa de sulfato de amônio, em gramas, que contém a mesma massa de nitrogênio existente em 60 g de ureia é, aproximadamente,

- A) 245. C) 28. E) 132.
B) 60. D) 184.

08.
RYNS

(IFCE) A quantidade de átomos de carbono contida em 80 gramas de gás propano (C_3H_8) e a massa, em gramas, de 1 (uma) molécula de C_3H_8 são, aproximadamente,

Dados: Massa atômica do carbono = 12 u, hidrogênio = 1 u e a constante de Avogadro = $6 \cdot 10^{23}$.

- A) $3,87 \cdot 10^{24}$ e $7,33 \cdot 10^{-23}$.
B) $3,27 \cdot 10^{-24}$ e $7,33 \cdot 10^{-23}$.
C) $1,09 \cdot 10^{24}$ e $7,33 \cdot 10^{-23}$.
D) $1,09 \cdot 10^{24}$ e $7,33 \cdot 10^{23}$.
E) $3,27 \cdot 10^{24}$ e $7,33 \cdot 10^{-23}$.

09.

(UPE-2022) A cada quatro anos, salvo situações como as de 2020, atletas do mundo inteiro se encontram nos jogos olímpicos em busca da glória eterna, do pódio e da medalha. Em Tóquio, pela primeira vez, as medalhas foram fabricadas com metais inteiramente reciclados. A medalha de ouro é a mais pesada, com 556 gramas, seguida pela de prata (550 g), a única formada pelo metal que dá seu nome, e a de bronze (450 g). Foram fabricadas 5 000 medalhas a partir de cerca de 78 mil toneladas de dispositivos doados.



Fonte: Gazeta do Povo.

A medalha de ouro é feita predominantemente de prata (98,8% em massa), com apenas 1,2% de ouro em sua composição. Para a fabricação das 800 medalhas entregues aos vitoriosos, quantos mols de ouro foram utilizados aproximadamente?

- Dados:** Massas molares (g/mol): Au = 197; Ag = 108.
A) 0,27 C) 27 E) 5 000
B) 3,0 D) 540

10.

(FMTM-MG) O nitrogênio é um elemento essencial para o sistema biológico, sendo constituinte de aminoácido e de enzimas. Na atmosfera, é o principal componente na forma de moléculas diatômicas altamente estáveis, contudo, forma com o oxigênio diversos compostos gasosos. Uma mistura de gases foi preparada a partir de 22 g de N_2O , 3,0 mol de moléculas de N_2O_4 e $2,4 \cdot 10^{24}$ moléculas de NO_2 . A quantidade total, em mol, de átomos de nitrogênio na mistura é:

- A) 9,0 C) 10,0 E) 11,0
B) 9,5 D) 10,5



17. (UEMG) Uma alimentação balanceada requer o consumo de cerca de 1 g de fósforo por dia. Nosso corpo apresenta aproximadamente 650 g desse elemento, que é concentrado principalmente nos ossos. Para suprir a necessidade diária de uma pessoa, a extração, por mineração, remove 22,6 kg de rocha fosfática por ano. As rochas fosfáticas podem ser fosforita ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), fluorapatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$) e hidroxiapatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$).
Massas molares:

$\text{P} = 31 \text{ g/mol}$; $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = 310 \text{ g/mol}$; $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} = 504 \text{ g/mol}$; $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH} = 502 \text{ g/mol}$.

Em relação a esse texto, são feitas as seguintes afirmações:

- I. O corpo humano contém cerca de 21 mol de fósforo.
II. O maior percentual de fósforo está na fluorapatita.
III. A fosforita apresenta 20% de fósforo.
IV. Para suprir a necessidade diária de uma pessoa, é necessária a extração de, aproximadamente, 62 g de rocha fosfática por dia.
- A) I, II e III apenas. C) I, III e IV apenas.
B) II, III e IV apenas. D) I, II e IV apenas.

18. (Cesgranrio-RJ) Um elemento genérico X tem massa atômica 75,2 u e apresenta os isótopos 74X, 75X, 76X. Sabendo-se que a ocorrência do isótopo 75 é de 40%, a ocorrência do isótopo 76 é de

- A) 10%. C) 40%. E) 50%.
B) 20%. D) 45%.

19. (OMQ-2021) O borohidreto de sódio (NaBH_4) é um composto iônico, usado como agente redutor, na produção de fármacos e outros compostos orgânicos e inorgânicos. Sabendo que a densidade desse composto é de $1,074 \text{ g cm}^{-3}$, indique qual é a quantidade de átomos de hidrogênio presente em 28,0 mL desse composto.

- A) $1,91 \cdot 10^{24}$ C) $9,57 \cdot 10^{23}$
B) $4,79 \cdot 10^{23}$ D) $3,83 \cdot 10^{24}$

20. (IME-RJ-2020) Considere que a superfície da Lua seja bombardeada a cada segundo por cerca de 100 bilhões de átomos de hidrogênio por cm^2 em função da ação do "vento solar". Supondo que esse fluxo se mantenha constante, a massa aproximada de hidrogênio, que atingirá 1 cm^2 da Lua nos próximos 5 milhões de anos será:

Dado: $N_A = 6,0 \cdot 10^{23}$

- A) 16 g C) 32 g E) 48 g
B) 26 g D) 40 g

SEÇÃO ENEM

01. (Enem) O brasileiro consome, em média, 500 miligramas de cálcio por dia, quando a quantidade recomendada é o dobro. Uma alimentação balanceada é a melhor decisão para evitar problemas no futuro, como a osteoporose, uma doença que atinge os ossos.

Ela se caracteriza pela diminuição substancial de massa óssea, tornando os ossos frágeis e mais suscetíveis a fraturas.

Disponível em: www.anvisa.gov.br.
Acesso em: 1 ago. 2012 (Adaptação).

Considerando-se o valor de $6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ para a Constante de Avogadro e a massa molar do cálcio igual a 40 g/mol, qual a quantidade mínima diária de átomos de cálcio a ser ingerida para que uma pessoa supra suas necessidades?

- A) $7,5 \cdot 10^{21}$ C) $7,5 \cdot 10^{23}$ E) $4,8 \cdot 10^{25}$
B) $1,5 \cdot 10^{22}$ D) $1,5 \cdot 10^{25}$

02. (Enem) Aspartame é um edulcorante artificial (adoçante dietético) que apresenta potencial adoçante 200 vezes maior que o açúcar comum, permitindo seu uso em pequenas quantidades. Muito usado pela indústria alimentícia, principalmente nos refrigerantes *diet*, tem valor energético que corresponde a 4 calorias/gramas. É contraindicado a portadores de fenilcetonúria, uma doença genética rara que provoca o acúmulo de fenilalanina no organismo, causando retardo mental. O IDA (índice diário aceitável) desse adoçante é 40 mg/kg de massa corpórea.

Disponível em: <http://boaspraticasfarmaceuticas.com>.
Acesso em: 27 fev. 2012.

Com base nas informações do texto, a quantidade máxima recomendada de aspartame, em mol, que uma pessoa de 70 kg de massa corporal pode ingerir por dia é mais próxima de:

Dado: massa molar do aspartame = 294 g/mol.

- A) $1,3 \cdot 10^{-4}$ C) $4 \cdot 10^{-2}$ E) 823
B) $9,5 \cdot 10^{-3}$ D) 2,6

03. Em um rótulo de leite em pó integral, lê-se:

Modo de preparar

Coloque o leite instantâneo sobre água quente ou fria, previamente fervida. Mexa ligeiramente e complete com água a medida desejada.

Para um copo de 200 mL, coloque 2 colheres bem cheias (30 g).

Composição média do produto em pó

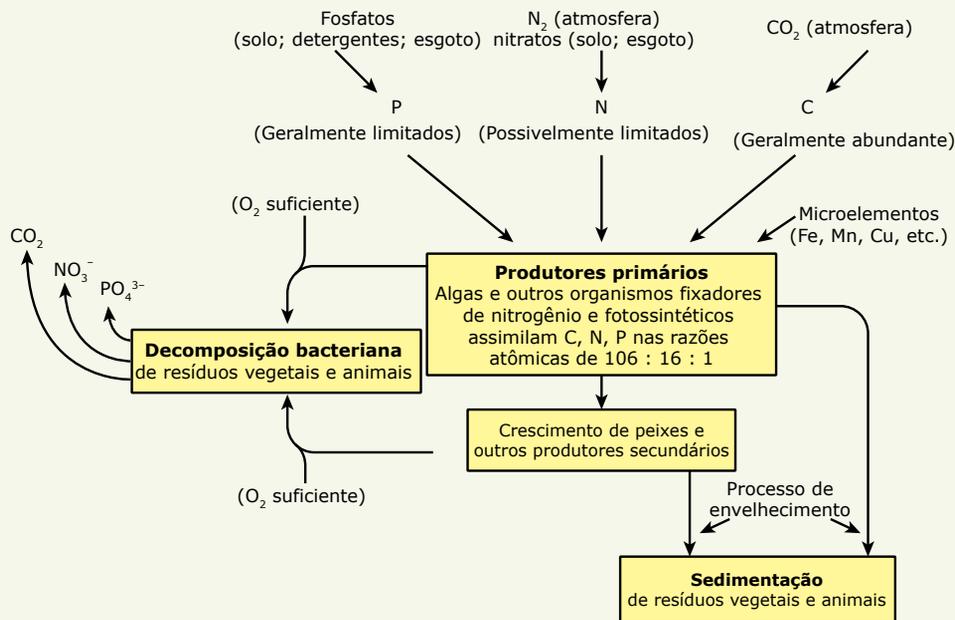
Gordura	26%	Sais minerais	6%
Proteínas	30%	Água	3% no pó
Lactose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)	35%	Lecitina	0,2% no pó

Supondo que a composição corresponda ao percentual em massa de cada componente e que a constante de Avogadro valha $6 \cdot 10^{23}$, a quantidade em mol de lactose em dois copos de leite integral é igual a

Dados: $M(\text{C}) = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M(\text{O}) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M(\text{H}) = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

- A) 0,61 mol. D) 0,00122 mol.
B) 0,122 mol. E) 6,1 mol.
C) 0,061 mol.

04. (Enem) A eutrofização é um processo em que rios, lagos e mares adquirem níveis altos de nutrientes, especialmente fosfatos e nitratos, provocando posterior acúmulo de matéria orgânica em decomposição. Os nutrientes são assimilados pelos produtores primários e o crescimento desses é controlado pelo nutriente limitrofe, que é o elemento menos disponível em relação à abundância necessária à sobrevivência dos organismos vivos. O ciclo representado na figura seguinte reflete a dinâmica dos nutrientes em um lago.



SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. *Química Ambiental*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008 (Adaptação).

A análise da água de um lago que recebe a descarga de águas residuais provenientes de lavouras adubadas revelou as concentrações dos elementos carbono (21,2 mol/L), nitrogênio (1,2 mol/L) e fósforo (0,2 mol/L). Nessas condições, o nutriente limitrofe é o

- A) C. B) N. C) P. D) CO₂. E) PO₄³⁻.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. B 02. C 03. B
- 04.
- A) MFe₂O₃ = 160 g.mol⁻¹
- B) MCH₃COOH = 60 g.mol⁻¹
- C) MCaO₃(PO₄)₂ = 310 g.mol⁻¹
- D) 9 . 10²³ átomos de Na
- E) 3,6 . 10²⁴ moléculas de H₂SO₄
- F) 497 g de Na₂SO₄
- G) 4,5 mol de CaCO₃
- 05. A
- 06. D
- 07. D
- 08. C

Propostas

Acertei _____ Errei _____

- 01. D 08. E 15. A
- 02. A 09. C 16. E
- 03. C 10. E 17. C
- 04. A 11. A 18. C
- 05. C 12. A 19. A
- 06. C 13. C 20. B
- 07. E 14. E

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. B 03. C
- 02. B 04. B



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Hidrocarbonetos Alifáticos

FUNÇÕES ORGÂNICAS

As substâncias orgânicas dividem-se em uma série de famílias diferentes de acordo com suas propriedades químicas. Quando utilizamos o termo **função orgânica**, estamos nos referindo a um grupo de compostos com propriedades químicas parecidas. Essas semelhanças de reatividade química podem ser associadas ao fato de que os compostos pertencentes a uma determinada função orgânica apresentam, também, partes semelhantes em suas estruturas moleculares, que são denominadas **grupos funcionais**.

Uma classe muito importante de compostos orgânicos são os hidrocarbonetos.

Hidrocarbonetos são compostos orgânicos constituídos exclusivamente de carbono e de hidrogênio.

Existem diversas categorias de hidrocarbonetos com propriedades químicas muito diferentes. O esquema a seguir resume algumas dessas categorias.

Hidrocarbonetos	Acíclicos	Alcanos ou hidrocarbonetos parafínicos	Apresentam somente ligações C—C e C—H, não há ligações múltiplas.
		Alcenos ou hidrocarbonetos olefínicos	Possuem um grupo C=C, isto é, uma ligação dupla entre carbonos.
		Alcinos ou hidrocarbonetos acetilênicos	Possuem um grupo C≡C, ou seja, uma ligação tripla entre carbonos.
		Alcadienos ou dienos	Apresentam dois grupos C=C.
	Cíclicos	Cicloalcanos ou ciclanos	Apresentam somente ligações C—C e C—H e fechamento em ciclo.
		Cicloalcenos ou ciclenos	Possuem um grupo C=C e fechamento em ciclo.
Arenos ou hidrocarbonetos aromáticos		Apresentam um anel com elétrons deslocalizados.	

NOMENCLATURA OFICIAL (IUPAC) DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

No passado, os compostos orgânicos eram nomeados de maneira não sistemática. Com a descoberta de uma enorme quantidade desses compostos, foi necessária a criação de um sistema de nomenclatura, ou seja, uma **nomenclatura sistemática**. Em 1882, aconteceu em Genebra, na Suíça, uma reunião de químicos de toda parte para criar um sistema de nomenclatura universal. O conjunto de regras dessa reunião passou a ser conhecido como **Sistema de Nomenclatura IUPAC** – considerado o sistema oficial. As principais regras de nomenclatura serão discutidas à medida que se fizerem necessárias.

A nomenclatura IUPAC de compostos de cadeia carbônica não ramificada (normal) é formada por três partes:

Prefixo	Infixo	Sufixo
Número de carbonos na cadeia principal	Tipo de ligação entre carbonos	Função a que o composto pertence

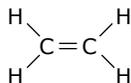
Os dados a seguir indicam alguns prefixos, infixos e sufixos a serem trabalhados na Química Orgânica.

N. de carbonos		Tipo de ligação	Funções
1 C → met	11 C → undec		
2 C → et	12 C → dodec		
3 C → prop	13 C → tridec		
4 C → but	15 C → pentadec		
5 C → pent	20 C → icos		
6 C → hex	30 C → triacont		
7 C → hept	40 C → tetracont		
8 C → oct	50 C → pentacont		
9 C → non	80 C → octacont		
10 C → dec	100 C → hect		

Se o composto for cíclico, receberá o prenome → ciclo

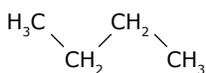
Exemplos:

eteno



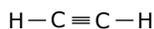
2 carbonos → et
1 ligação dupla → en
hidrocarboneto → o

butano



4 carbonos → but
cadeia saturada → an
hidrocarboneto → o

etino



2 carbonos → et
1 ligação tripla → in
hidrocarboneto → o

ciclopenteno

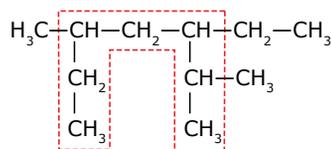


cadeia fechada → ciclo
5 carbonos → pent
1 ligação dupla → en
hidrocarboneto → o

Nomenclatura dos hidrocarbonetos alifáticos de cadeia ramificada

Escolha da cadeia principal

Escolhemos a cadeia principal de acordo com o seguinte critério: a maior cadeia carbônica possível contendo as insaturações. Havendo mais de uma possibilidade de cadeia principal, consideramos a que possuir o maior número de ramificações.

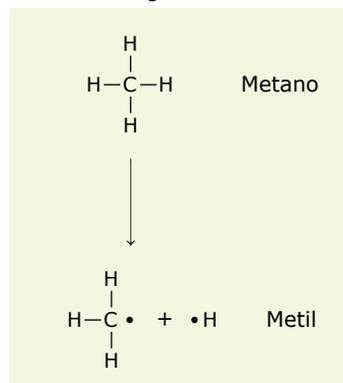


Cadeia principal: a maior possível e com o maior número de ramificações.

Ramificações

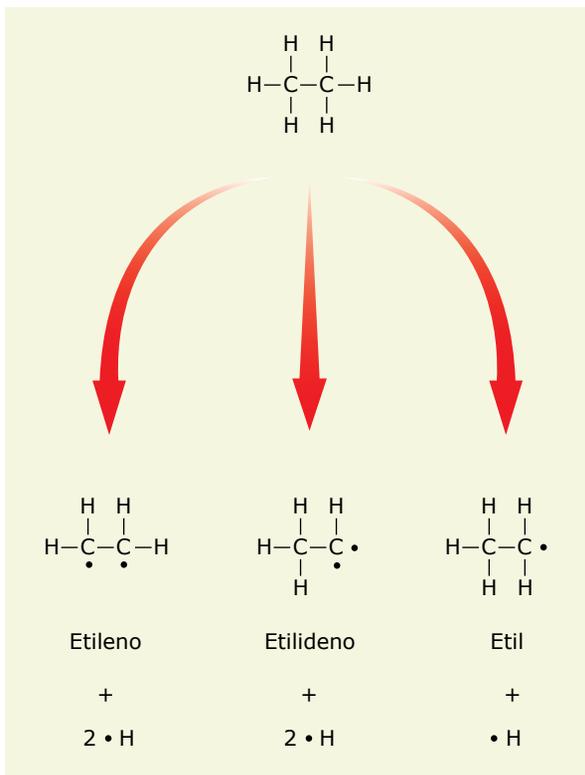
As partes hidrocarbônicas que ficam fora da cadeia principal são chamadas de **ramificações** ou **grupos orgânicos**. Os grupos orgânicos são nomeados de modo idêntico aos radicais livres originados a partir de hidrocarbonetos.

A seguir, são mostrados alguns desses radicais e seus nomes.



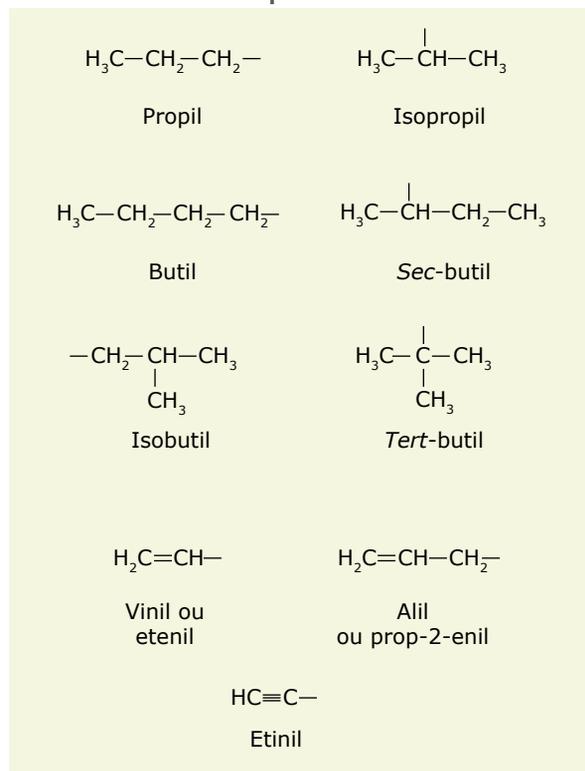
As nomenclaturas **etileno** e **acetileno** são também aceitas, respectivamente, para o eteno e para o etino.

Utilizamos a terminação **-il** para indicar um radical monovalente.

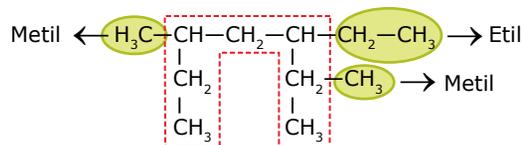


As terminações **-ilideno** e **-ileno** são empregadas para denominar radicais livres bivalentes.

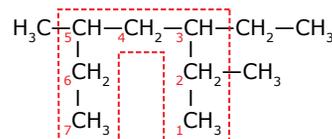
Outros radicais importantes



Considerando o exemplo anterior, podemos identificar alguns grupos orgânicos ligados à cadeia principal.



Numeramos agora a cadeia principal a partir da extremidade mais próxima da ramificação.



Ao construirmos a nomenclatura do composto, devemos citar primeiramente os grupos orgânicos em **ordem alfabética**. Havendo mais de um grupo do mesmo tipo, colocamos os prefixos di, tri, tetra, penta e seus derivados, que não levamos em consideração para efeito da ordem alfabética. Os prefixos sec- e tert- (ou terc-) também não devem ser considerados para essa ordem. Após o nome dos grupos, citamos a cadeia principal.

Para o exemplo que vem sendo considerado, o nome é:

3-etil-2,5-dimetileptano

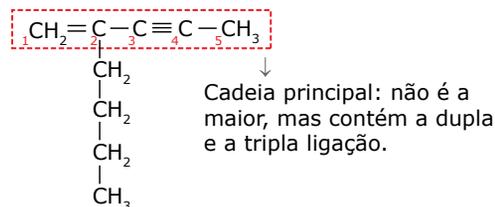
Como podemos notar, a letra "h" foi retirada do prefixo hept-. O mesmo ocorre com o prefixo hex-.

Cadeias insaturadas

No caso de cadeias insaturadas, a insaturação (dupla ou tripla) deve estar contida na cadeia principal. Em alguns casos, precisamos considerar uma cadeia principal menor para incluir uma insaturação. No caso da numeração, a ordem de prioridade é a seguinte:

dupla > tripla > grupos orgânicos

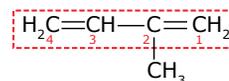
Exemplo:



2-butilpent-1-en-3-ino

Quando há empate das insaturações, consideramos a numeração a partir da extremidade mais próxima da ramificação.

Exemplo:

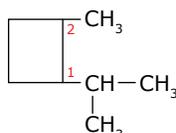


2-metilbuta-1,3-dieno

Hidrocarbonetos alicíclicos

Devemos numerar um anel, começando pelo substituinte, primeiro em ordem alfabética e, posteriormente, na direção que dá à(s) ramificação(ões) seguinte(s) o(s) menor(es) número(s) possível(is). A ordem de citação das ramificações é idêntica àquela discutida para os hidrocarbonetos de cadeia aberta.

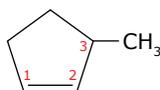
Exemplo:



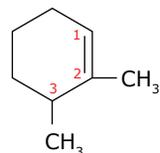
1-isopropil-2-metilciclobutano

No caso de ligação dupla em anel, os carbonos da dupla devem receber, obrigatoriamente, os números 1 e 2.

Exemplos:



3-metilciclopenteno



2,3-dimetilcicloexeno

PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DOS HIDROCARBONETOS ALIFÁTICOS



Os hidrocarbonetos possuem moléculas apolares ou praticamente apolares, já que as ligações entre carbonos são apolares e as ligações C—H, por sua vez, têm pouca polaridade. Dessa forma, as ligações intermoleculares mais importantes para tais compostos são as interações dipolo instantâneo-dipolo induzido (forças de London).

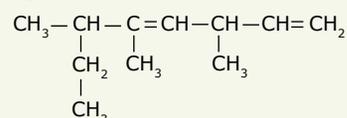
Alcanos de cadeia linear com até quatro carbonos são gasosos a 25 °C e 1 atm; já os que apresentam de cinco a dezessete carbonos são líquidos e os com dezoito ou mais são sólidos nas mesmas condições. Os hidrocarbonetos são praticamente insolúveis em água e infinitamente miscíveis entre si.

Os compostos formados apenas por ligações C—H e C—C costumam ser pouco reativos, pois essas ligações são intensas. No caso da presença de ligações C=C e C≡C, a reatividade química é bem maior, especialmente nas reações de adição e de oxidação.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



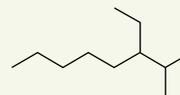
- 01.** (UECE-2020) Atente para a fórmula estrutural do seguinte composto orgânico:



Pela nomenclatura IUPAC, o nome correto desse composto é

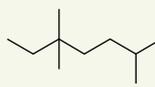
- A) 3,4,6-trimetil-octa-4,7-dieno.
B) 6-etil-3, 5-dimetil-hepta-1,4-dieno.
C) 2-etil-3,5-dimetil-hepta-3,6-dieno.
D) 3,5,6-trimetil-octa-1,4-dieno.

- 02.** (UEG-GO) O seguinte hidrocarboneto, segundo as normas de nomenclatura da IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry), é o

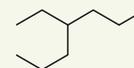


- A) 3-etil-2-metiloctano.
B) 6-etil-7-metiloctano.
C) 3-isopropiloctano.
D) 2-metil-3-etiloctano.

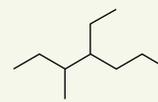
- 03.** (UFV-MG) Assinale a alternativa que apresenta corretamente os nomes sistemáticos para os compostos I, II e III, respectivamente.



I



II



III

- A) 3,3,6-trimetileptano, 3-propilexano, 3-metil-4-metileptano.
B) 2,5,5-trimetileptano, 4-etileptano, 4-etil-3-metileptano.
C) 3,3,6-trimetileptano, 4-etileptano, 3-metil-4-metileptano.
D) 2,5,5-trimetileptano, 3-propilexano, 4-etil-3-metileptano.

- 04.** Assinale a alternativa incorreta, com relação à nomenclatura não oficial (usual) dos principais hidrocarbonetos.

- A) O eteno é denominado etileno.
B) O acetileno é o etino.
C) O propeno recebe o nome usual de propileno.
D) 2,2,4-trimetilpentano é o isopentano.

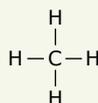
05. Faça a fórmula estrutural dos compostos

- A) 4-etil-5,5-dimetilhex-1-ino.
B) 3-isopropilhept-2-eno.

06. (UEPG-PR) Dentre os produtos químicos apresentados nas alternativas a seguir, assinale os que apresentam a fórmula molecular C_4H_8 .

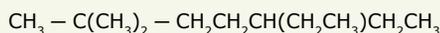
01. 2-metil-propeno
02. 1-buteno
04. metil-ciclopropano
08. Ciclobutano
Soma ()

07. (UNITAU-SP) Quanto à classificação e nomenclatura da estrutura a seguir, assinale a alternativa correta.



- A) Hidrocarboneto de cadeia aberta, alcano, metano
B) Hidrocarboneto de cadeia aberta, álcool, metanol
C) Hidrocarboneto aromático, alcino, metileno
D) Hidrocarboneto aromático, alcano, metanal
E) Hidrocarboneto de cadeia aberta, alceno, metila

08. (UFRRJ) Segundo as regras oficiais (IUPAC), o nome para a substância a seguir é:



- A) 2,2-dimetil-5-dietilpentano.
B) 3-etil-6,6-dimetilheptano.
C) 5-etil-2,2-dimetilheptano.
D) 3-etil-5-tercetilpentano.
E) 3-etil-6,6,6-trimetilhexano.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



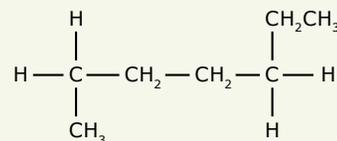
01. (UEA-AM) Considere o isoctano, um dos principais componentes da gasolina, cuja fórmula estrutural é:



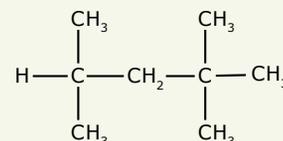
O nome sistemático IUPAC do iso-octano é

- A) n-octano.
B) 2-etil-3-metilpentano.
C) 2,2,4-trimetilpentano.
D) 2,2-dimetil-hexano.
E) 2,2,3-trietilbutano.

02. (EFOA-MG) Um dos parâmetros utilizados para avaliar a qualidade da gasolina é o *índice de octano*. Esse índice é estabelecido com base em uma escala arbitrária em que ao composto (I) é atribuído o valor 0 (zero) e ao composto (II) o valor 100 (cem).



(I)



(II)

Os nomes sistemáticos dos compostos (I) e (II) são, respectivamente,

- A) 1-metil-4-etilbutano e 1,1,3,3-tetrametilbutano.
B) heptano e 2,2,4-trimetilpentano.
C) 1-etil-4-metilbutano e 2,2,4,4-tetrametilbutano.
D) heptano e 2,4,4-trimetilpentano.
E) 4-etil-1-metilbutano e 1,1,3,3-tetrametilbutano.

03. (UECE-2021) A nomenclatura IUPAC (União Internacional da Química Pura e Aplicada) dos compostos orgânicos é muito importante para identificá-los internacionalmente. Essa nomenclatura segue regras que permitem determinar sua fórmula estrutural. Assim, é correto dizer que o composto 5-etil-4-fenil-3-metil-hex-1-eno contém

- A) quatro ligações π (pi).
B) três átomos de carbono terciários.
C) uma cadeia carbônica principal saturada.
D) quinze átomos de carbono e vinte e um átomos de hidrogênio.

04. (UEPG-PR) Sobre as características do composto 2,2-dimetilpropano, assinale o que for correto.

01. Sua fórmula molecular é C_5H_{12} .
02. A cadeia principal é saturada com três átomos de carbono.
04. Apresenta cadeia carbônica alifática, homogênea e ramificada.
08. Sua cadeia carbônica apresenta 1 átomo de carbono quaternário.

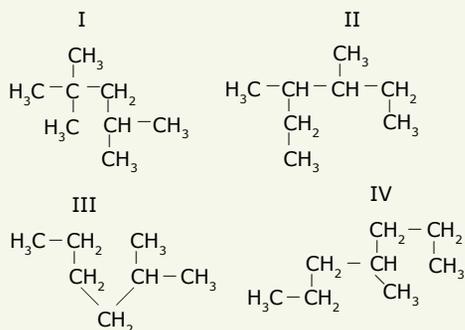
Soma ()

05.
IU60



(UERJ) Uma mistura de hidrocarbonetos e aditivos compõe o combustível denominado gasolina. Estudos revelaram que quanto maior o número de hidrocarbonetos ramificados, melhor é a performance da gasolina e o rendimento do motor.

Observe as estruturas dos hidrocarbonetos a seguir:



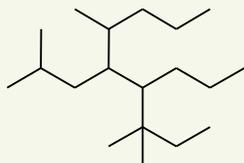
O hidrocarboneto mais ramificado é o de número:

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

06.
AIZ8



(UFF-RJ) Analise a estrutura seguinte e considere as regras de nomenclatura da IUPAC.



Assinale a opção que indica as cadeias laterais ligadas, respectivamente, aos carbonos de números 4 e 5 da cadeia hidrocarbônica principal.

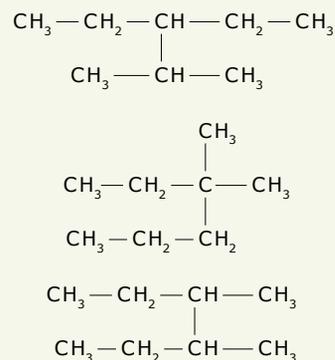
- A) Propil e isobutil
- B) Metil e isobutil
- C) Terc-pentil e terc-butil
- D) Propil e terc-pentil
- E) Metil e propil

07.
E390



(UFMG-PB) Octanagem é o índice de resistência à detonação da gasolina. O índice faz relação da equivalência à resistência de detonação de uma mistura percentual de isoctano (2,2,4-trimetilpentano) de fórmula molecular C_8H_{18} .

Considerando os três compostos de mesma fórmula molecular que o isoctano, quais são os radicais que podem ser identificados?



- A) Os radicais metila, etila e sec-butila.
- B) Os radicais metila, etila e propila.
- C) Os radicais metila, etila e isobutila.
- D) Os radicais metila e etila.
- E) Os radicais metila, etila e isopropila.

08.

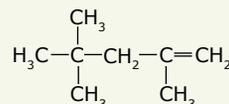
(UFRR) O menteno é um hidrocarboneto encontrado na hortelã, tem o nome sistemático 1-isopropil-4-metilcicloexeno. Com base nessa informação, assinale a alternativa em que aparece a fórmula molecular:

- A) C_9H_{16}
- B) $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$
- C) C_9H_{18}
- D) $\text{C}_{10}\text{H}_{17}$
- E) $\text{C}_{10}\text{H}_{18}$

09.
MPIK



(UDESC) Analise o composto representado na figura a seguir:

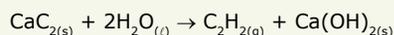


Sobre o composto, é incorreto afirmar que

- A) o seu nome é 2,2,4-trimetil-4-penteno.
- B) apresenta dois carbonos com hibridização sp^2 .
- C) é um alceno ramificado de cadeia aberta.
- D) é um hidrocarboneto ramificado de cadeia aberta.
- E) apresenta seis carbonos com hibridização sp^3 .

10.

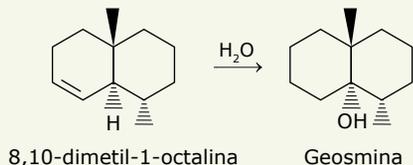
(UEA-AM) Considere o acetileno, C_2H_2 , um gás extremamente inflamável, empregado em maçaricos oxiacetileno, que os funileiros utilizam para corte e solda de metais. Esse gás pode ser obtido pela reação de carbeto de cálcio com água, de acordo com a equação:



Quanto à polaridade e à geometria molecular, é correto afirmar que as moléculas de acetileno são

- A) apolares e lineares.
- B) apolares e angulares.
- C) apolares e tetraédricas.
- D) polares e lineares.
- E) polares e tetraédricas.

11. (UFRGS-RS) A geosmina é a substância responsável pelo cheiro de chuva que vem do solo quando começa a chover. Ela pode ser detectada em concentrações muito baixas e possibilita aos camelos encontrarem água no deserto. A bactéria *Streptomyces coelicolor* produz a geosmina, e a última etapa da sua biossíntese é mostrada a seguir.



Considere as seguintes informações, a respeito da 8,10-dimetil-1-octalina e da geosmina.

- I. A 8,10-dimetil-1-octalina é um hidrocarboneto alifático insaturado.
- II. A geosmina é um heterociclo saturado.
- III. Cada um dos compostos apresenta dois carbonos quaternários.

Quais estão corretas?

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

12. (UEL-PR) A gasolina é uma mistura de vários compostos. Sua qualidade é medida em octanas, que definem sua capacidade de ser comprimida com o ar, sem detonar, apenas em contato com uma faísca elétrica produzida pelas velas existentes nos motores de veículos. Sabe-se que o heptano apresenta octanagem 0 (zero) e o 2,2,4-trimetilpentano (isooctano) tem octanagem 100. Assim, uma gasolina com octanagem 80 é como se fosse uma mistura de 80% de isooctano e 20% de heptano.

Com base nos dados apresentados e nos conhecimentos sobre hidrocarbonetos, responda aos itens a seguir.

- A) Quais são as fórmulas estruturais simplificadas dos compostos orgânicos citados?
- B) Escreva a equação química balanceada da reação de combustão completa de cada um dos hidrocarbonetos usados.

SEÇÃO ENEM

01. (Enem) Motores a combustão interna apresentam melhor rendimento quando podem ser adotadas taxas de compressão mais altas nas suas câmaras de combustão sem que o combustível sofra ignição espontânea. Combustíveis com maiores índices de resistência à compressão, ou seja, maior octanagem, estão associados a compostos com cadeias carbônicas menores, com maior número de ramificações e com ramificações mais afastadas das extremidades da cadeia. Adota-se como valor padrão de 100% de octanagem o isômero do octano mais resistente à compressão.

Com base nas informações do texto, qual dentre os isômeros seguintes seria esse composto?

- A) n-octano
- B) 2,4-dimetilhexano
- C) 2-metilheptano
- D) 2,5-dimetilhexano
- E) 2,2,4-trimetilpentano

02. A relativa biodegradabilidade dos hidrocarbonetos tem sido reportada (em ordem de decréscimo de degradabilidade): alcanos lineares (C_{10} a C_{19}), gases (C_2 a C_4), alcanos (C_5 a C_9), alcanos ramificados com até 12 carbonos, alcenos (C_3 a C_{11}), alcenos ramificados, aromáticos e cicloalcanos.

HEELY, D. A.; WERK, E. S.; KOWALSKI, R. G. Bioremediation and Reuse of Soils Containing nº 5 Fuel Oil in New England Using an Aboveground Treatment Cell: a Case Study. In: KOSTECKI, P. T.; CALABRESE, E. J.; BONAZOUNTAS, M. *Hydrocarbon Contaminated Soils*. Lewis Publishers, Chelsea (EUA), 1992. v. II. [Fragmento]

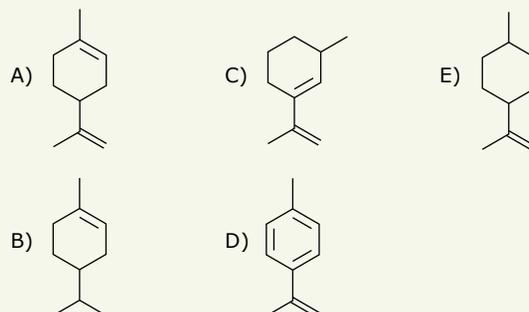
Um posto de combustíveis apresentou um vazamento de gasolina que contaminou o solo de suas imediações. Com o objetivo de biorremediar os danos ambientais provocados por infiltração do combustível no solo, foram utilizados micro-organismos – bactérias e fungos – que digerem o material contaminante, quebrando as moléculas dos hidrocarbonetos e transformando-os em substâncias presentes na natureza: água e gás carbônico.

Dos componentes da gasolina, o que sofrerá degradação mais rapidamente está representado em:

- A) C_3H_4 C) $C_{10}H_8$ E) C_7H_{16}
 B) C_3H_6 D) CH_4

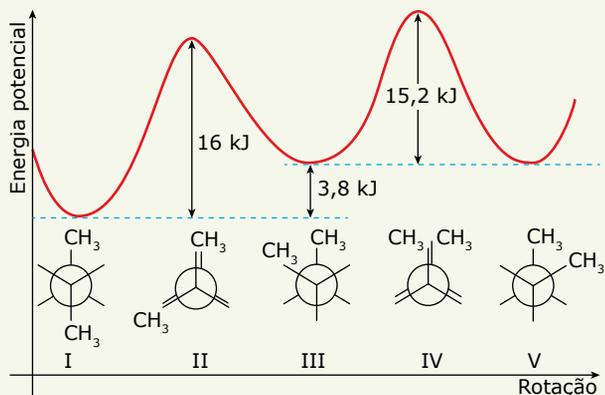
03. O limoneno, de nomenclatura IUPAC 1-metil-4-isopropenilciclohexeno, é um hidrocarboneto cíclico, insaturado, que pertence à família dos terpenos. Trata-se de um líquido incolor, volátil e oleoso naturalmente encontrado nas cascas das frutas cítricas, sobretudo de limões e laranjas, e de alguns pinheiros.

Com base nas informações descritas anteriormente, a estrutura do limoneno é:



04. A projeção de Newman é uma forma muito utilizada para representar moléculas orgânicas. Nessa representação, é possível verificar o que ocorre com a disposição dos grupos que estão ligados aos átomos de carbono quando ocorre o giro desses átomos em torno da ligação sigma. A essas diferentes configurações que a molécula pode assumir, dá-se o nome de conformações.

A figura a seguir apresenta as variações de energia potencial de cinco conformações da molécula de butano devido à rotação sobre a ligação sigma entre os carbonos 2 e 3, C₂ — C₃.



Considerando os valores de energia potencial para cada uma das conformações, a que poderia ser considerada mais estável é:

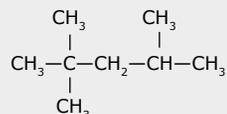
- A) I C) III E) V
 B) II D) IV

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. B
- 03. A
- 04. Soma = 15
- 05. D
- 06. A
- 07. D
- 08. E
- 09. A
- 10. A
- 11. A
- 12.

- A) CH₃—CH₂—CH₂—CH₂—CH₂—CH₂—CH₃ e



- B) C₇H₁₆ + 11O₂ → 7CO₂ + 8H₂O



Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. E
- 02. E
- 03. A
- 04. A

Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

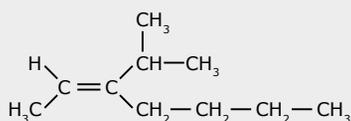
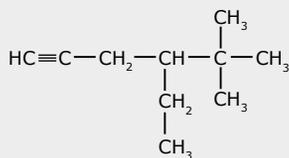
GABARITO

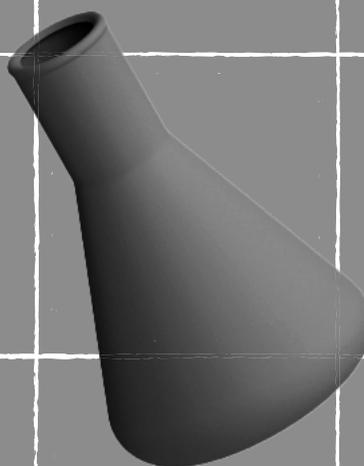
Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

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





QUÍMICA

SUMÁRIO

FRENTE A

- 3 Módulo 01: Leis das Reações Químicas e Teoria Atômica Clássica
- 4 Módulo 02: Natureza Elétrica da Matéria e Núcleo Atômico
- 7 Módulo 03: Teoria Quântica Antiga
- 8 Módulo 04: Teoria Quântica Moderna

FRENTE B

- 9 Módulo 01: Os Sistemas Químicos e suas Transformações
- 11 Módulo 02: Mudanças de Estado Físico
- 12 Módulo 03: Curvas de Aquecimento, Diagramas de Fases e Densidade
- 15 Módulo 04: Cálculos Químicos

FRENTE C

- 17 Módulo 01: Reações Nucleares I
- 19 Módulo 02: Reações Nucleares II
- 20 Módulo 03: Introdução à Química Orgânica
- 23 Módulo 04: Hidrocarbonetos Alifáticos

Caderno Extra

MÓDULO 01

LEIS DAS REAÇÕES QUÍMICAS E TEORIA ATÔMICA CLÁSSICA

01. (FUVEST-SP) Lavoisier, no *Traité Élémentaire de Chimie*, afirma que a proporção entre as massas de oxigênio e hidrogênio que entram na composição de 100 partes de água é 85 : 15. Hoje, sabemos que essa proporção é, aproximadamente,

Dado: Massas atômicas: H = 1 e O = 16.

- A) 67 : 33. C) 87 : 13. E) 91 : 9.
B) 80 : 20. D) 89 : 11.

02. (Unicamp-SP) Hoje em dia, com o rádio, o computador e o telefone celular, a comunicação entre pessoas a distância é algo quase que “banalizado”. No entanto, nem sempre foi assim. Por exemplo, algumas tribos de índios norte-americanas utilizavam códigos com fumaça produzida pela queima de madeira para se comunicarem a distância. A fumaça é visível devido à dispersão da luz que sobre ela incide.

Pesar a fumaça é difícil, porém, “para se determinar a massa de fumaça formada na queima de uma certa quantidade de madeira, basta subtrair a massa de cinzas da massa inicial de madeira”. Você concorda com a afirmação que está entre aspas? Responda sim ou não e justifique sua resposta.

03. (Fatec-SP) Quando se aquece uma porção de esponja de aço, constituída, principalmente, por ferro (Fe), em presença de oxigênio do ar, ela entra em combustão formando óxido de ferro (III) como único produto. Logo, se 1 g de esponja de aço for aquecido e sofrer combustão total, a massa do produto sólido resultante será

- A) menor do que 1 g, pois na combustão forma-se também $\text{CO}_{2(g)}$.
B) menor do que 1 g, pois o óxido formado é muito volátil.
C) igual a 1 g, pois a massa se conserva nas transformações químicas.
D) maior do que 1 g, pois o ferro é mais denso do que o oxigênio.
E) maior do que 1 g, pois átomos de oxigênio se ligam aos de ferro.

04. (UFMG) Em um experimento, soluções aquosas de nitrato de prata, AgNO_3 , e de cloreto de sódio, NaCl , reagem entre si e formam cloreto de prata, AgCl , sólido branco insolúvel, e nitrato de sódio, NaNO_3 , sal solúvel em água.

A massa desses reagentes e a de seus produtos estão apresentadas neste quadro:

Massa das substâncias / g			
Reagentes		Produtos	
AgNO_3	NaCl	AgCl	NaNO_3
1,699	0,585	x	0,850

Considere que a reação foi completa e que não há reagentes em excesso. Assim sendo, é correto afirmar que x – ou seja, a massa de cloreto de prata produzida – é

- A) 0,585 g. C) 1,699 g.
B) 1,434 g. D) 2,284 g.

05. (Vunesp) Foram analisadas três amostras (I, II e III) de óxidos de enxofre, procedentes de fontes distintas, obtendo-se os seguintes resultados:

Amostra	Massa de enxofre / g	Massa de oxigênio / g	Massa de amostra / g
I	0,32	0,32	0,64
II	0,08	0,08	0,16
III	0,32	0,48	0,80

Esses resultados mostram que

- A) as amostras I, II e III são do mesmo óxido.
B) apenas as amostras I e II são do mesmo óxido.
C) apenas as amostras II e III são do mesmo óxido.
D) apenas as amostras I e III são do mesmo óxido.
E) as amostras I, II e III são de óxidos diferentes.

- 06.** (FUVEST-SP) Os seguintes dados foram obtidos analisando-se amostras de óxidos de nitrogênio.

Amostra	Massa da amostra / g	Massa de nitrogênio / g	Massa de oxigênio / g
I	0,100	0,047	0,053
II	0,300	0,141	0,159
III	0,400	0,147	0,253

Pela análise desses dados, conclui-se que

- A) as amostras I, II e III são do mesmo óxido.
 B) apenas as amostras I e II são do mesmo óxido.
 C) apenas as amostras I e III são do mesmo óxido.
 D) apenas as amostras II e III são do mesmo óxido.
 E) as amostras I, II e III são de diferentes óxidos.
- 07.** (Unesp) Duas amostras de carbono puro de massa 1,00 g e 9,00 g foram completamente queimadas ao ar. O único produto formado nos dois casos, o dióxido de carbono gasoso, foi totalmente recolhido e as massas obtidas foram 3,66 g e 32,94 g, respectivamente. Utilizando esses dados,
- A) demonstre que nos dois casos a Lei de Proust é obedecida.
 B) determine a composição do dióxido de carbono, expressa em porcentagem em massa de carbono e de oxigênio.
- 08.** Leia as seguintes afirmativas e, considerando seus conhecimentos acerca do modelo atômico proposto por John Dalton, assinale a alternativa incorreta.
- A) Os processos de fissão e fusão nucleares são fenômenos que comprovam a inviabilidade do postulado desse modelo que afirma a "indivisibilidade dos átomos".
 B) O modelo atômico de Dalton é ineficaz para tratar das partículas atômicas, no âmbito da Teoria Cinética dos Gases.
 C) A existência de isótopos contesta a ideia de Dalton da plena igualdade de todos os átomos de um dado elemento químico.
 D) A desconsideração da natureza elétrica da matéria, por esse modelo, tornou-o conflitante e ultrapassado no contexto dos avanços das pesquisas sobre soluções eletrolíticas conduzidas por Arrhenius e os estudos de pilhas eletroquímicas feitos por Volta.

- 09.** (FFFCMPA-RS) De acordo com a Teoria Atômica de Dalton (1766-1844), assinale a alternativa correta.

- A) O átomo possui partículas de carga negativa que estão em órbita de um núcleo de carga positiva.
 B) No núcleo atômico, existem partículas de carga nula, denominadas nêutrons.
 C) Átomos de elementos diferentes possuíam diferentes massas e propriedades.
 D) O átomo era uma esfera sólida que possuía partículas de carga negativa em sua superfície, semelhante a um "pudim de passas".
 E) Dois elétrons de mesmo *spin* não podem ser encontrados dentro de um mesmo orbital.

GABARITO

01. D
 02. Não. De acordo com a Lei de Lavoisier, em um sistema fechado, a soma das massas dos reagentes é igual à soma das massas dos produtos. Nesse caso, o sistema está aberto e não se leva em conta a massa de oxigênio presente no ar, que vai reagir com a madeira.
 03. E 04. B 05. B 06. B
 07. A) Lei de Proust:
 $1,00/9,00 = 3,66/32,94 = \text{constante}$
 B) % de carbono = 27,32%
 % de oxigênio = 72,68%
 08. B 09. C

MÓDULO 02

NATUREZA ELÉTRICA DA MATÉRIA E NÚCLEO ATÔMICO

- 01.** (UFAM) Willian Crookes, em sua famosa experiência conhecida pela confecção do tubo de Crookes, construiu uma ampola contendo gás a baixíssima pressão e inseriu dois polos elétricos, um cátodo e um ânodo, nos quais aplicou uma diferença de potencial. Ao submeter sua ampola a várias situações, observou os seguintes fenômenos:
- I. O aparecimento de um fluxo luminoso que se originava do cátodo até a parede oposta ao mesmo.
 II. Quando era colocado um anteparo entre o cátodo e o ânodo, era projetada a sombra do mesmo sobre a parede oposta ao cátodo.
 III. Quando era colocada uma levíssima ventoinha entre o cátodo e a parede, a mesma girava.

IV. Quando submetidos a um campo elétrico externo, os raios catódicos desviavam-se sempre para a placa positiva.

V. Gases diferentes produziam os mesmos resultados.

Considerando as afirmações anteriores, e em sua respectiva ordem, Willian Crookes concluiu:

- A) A existência de um raio fluorescente; que o mesmo se movia linearmente; tinha peso; possuía carga positiva; independia do gás utilizado.
- B) A existência de um raio fluorescente; que o mesmo não penetrava na matéria do anteparo; girava a ventoinha; possuía carga elétrica; independia do gás utilizado.
- C) A existência de um raio, chamado de anódico; que o mesmo produzia sombra; tinha massa; possuía carga positiva; dependia do gás utilizado.
- D) A existência de um raio, chamado de catódico; que o mesmo não penetrava na matéria do anteparo; imantava a ventoinha; possuía carga negativa; independia do gás utilizado.
- E) A existência de um raio, chamado de catódico; que o mesmo se movia em linha reta; tinha massa; possuía carga negativa; independia do gás utilizado.

02. (Mackenzie-SP) Comemorou-se, em 2011, o centenário do modelo atômico proposto pelo físico neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937), prêmio Nobel da Química em 1908. Em 1911, Rutherford bombardeou uma finíssima lâmina de ouro com partículas alfa, oriundas de uma amostra contendo o elemento químico polônio. De acordo com o seu experimento, Rutherford concluiu que

- A) o átomo é uma partícula maciça e indestrutível.
- B) existe, no centro do átomo, um núcleo pequeno, denso e negativamente carregado.
- C) os elétrons estão mergulhados em uma massa homogênea de carga positiva.
- D) a maioria das partículas alfa sofria um desvio ao atravessar a lâmina de ouro.
- E) existem, no átomo, mais espaços vazios do que preenchidos.

03. (UFMG) Todas as alternativas se referem a processos que evidenciam a natureza elétrica da matéria, exceto

- A) Aquecimento da água pela ação de um aquecedor elétrico.
- B) Atração de pequenos pedaços de papel por um pente friccionado contra o couro cabeludo.

C) Decomposição da água pela passagem da corrente elétrica.

D) Desvio da trajetória de raios catódicos pela ação de um ímã.

E) Repulsão entre dois bastões de vidro atritados com um pedaço de lã.

04. (UFG-GO) Leia o texto a seguir:

Há cem anos, a ciência dividiu o que era então considerado indivisível. Ao anunciar, em 1897, a descoberta de uma nova partícula que habita o interior do átomo, o elétron, o físico inglês Joseph John Thomson mudou dois mil anos de uma história que começou quando filósofos gregos propuseram que a matéria seria formada por diminutas porções indivisíveis, uniformes, duras, sólidas e eternas. Cada um desses corpúsculos foi denominado átomo, o que, em grego, quer dizer "não divisível". A descoberta do elétron inaugurou a era das partículas elementares e foi o primeiro passo do que seria no século seguinte uma viagem fantástica ao microuniverso da matéria.

CIÊNCIA HOJE. v. 22, n. 131, p. 24, 1997.

A respeito das ideias contidas nesse texto, é correto afirmar que

- A) faz cem anos que se descobriu que os átomos não são os menores constituintes da matéria.
- B) os elétrons são porções indivisíveis, uniformes, duras, sólidas, eternas e são consideradas as partículas fundamentais da matéria.
- C) os átomos, apesar de serem indivisíveis, são constituídos por elétrons, prótons e nêutrons.
- D) com a descoberta do elétron, com a carga elétrica negativa, pode-se concluir que deveriam existir outras partículas, os nêutrons, para justificar a neutralidade elétrica do átomo.
- E) a partir da descoberta dos elétrons, foi possível determinar as massas dos átomos.

05. (UFSC) Na famosa experiência de Rutherford, no início do século XX, com a lâmina de ouro, o(s) fato(s) que (isoladamente ou em conjunto) indicava(m) o átomo possuir um núcleo pequeno e positivo foi(foram):

- 01. As partículas alfa teriam cargas negativas.
- 02. Ao atravessar a lâmina, uma maioria de partículas alfa sofreria desvio de sua trajetória.
- 04. Um grande número de partículas alfa não atravessaria a lâmina.

08. Um pequeno número de partículas alfa atravessando a lâmina sofreria desvio de sua trajetória.

16. A maioria das partículas alfa atravessaria os átomos da lâmina sem sofrer desvio de sua trajetória.

Soma ()

06. (UFLA-MG-2018) Apresentam-se a seguir afirmativas sobre modelos atômicos:

- I. Os átomos possuem elétrons em torno do núcleo.
- II. Os átomos não se alteram quando formam compostos químicos.
- III. Os átomos possuem partículas subatômicas.

Assinale a alternativa que apresenta a relação correta entre o modelo atômico e seu autor.

- A) I – Dalton; II – Thomson; III - Rutherford.
- B) I – Rutherford; II – Dalton; III - Thomson.
- C) I – Rutherford; II – Thomson; III - Dalton.
- D) I – Thomson; II – Rutherford; III - Dalton.

07. (UFMG) Os diversos modelos para o átomo diferem quanto às suas potencialidades para explicar fenômenos e resultados experimentais. Em todas as alternativas, o modelo atômico está corretamente associado a um resultado experimental que ele pode explicar, exceto em:

- A) O modelo de Rutherford explica por que algumas partículas alfa não conseguem atravessar uma lâmina metálica fina e sofrem fortes desvios.
- B) O modelo de Thomson explica por que a dissolução de cloreto de sódio em água produz uma solução que conduz eletricidade.
- C) O modelo de Dalton explica por que um gás, submetido a uma grande diferença de potencial elétrico, se torna condutor de eletricidade.
- D) O modelo de Dalton explica por que a proporção em massa dos elementos de um composto é definida.

08. (UFV-MG) Considere as afirmativas a seguir:

- I. Os prótons e os nêutrons são responsáveis pela carga do átomo.
- II. Isótopos apresentam as mesmas propriedades químicas.
- III. Prótons e nêutrons são os principais responsáveis pela massa do átomo.
- IV. A massa atômica é a soma do número de prótons e nêutrons do átomo.

São afirmativas corretas

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

09. (UEFS-BA-2018) O isótopo mais abundante do elemento boro na natureza é o de número de massa 11. O número de nêutrons presente no núcleo desse isótopo é

- A) 5.
- B) 6.
- C) 7.
- D) 9.
- E) 11.

10. (UFSCar-SP) Um modelo relativamente simples para o átomo o descreve como sendo constituído por um núcleo contendo prótons e nêutrons, e elétrons girando ao redor do núcleo. Um dos isótopos do elemento ferro é representado pelo símbolo ${}_{26}^{56}\text{Fe}$.

Em alguns compostos, como a hemoglobina do sangue, o ferro encontra-se no estado de oxidação +2 (Fe^{2+}). Considerando-se somente o isótopo mencionado, é correto afirmar que no íon Fe^{2+}

- A) o número de nêutrons é 56, o de prótons é 26 e o de elétrons é 24.
- B) o número de nêutrons + prótons é 56 e o número de elétrons é 24.
- C) o número de nêutrons + prótons é 56 e o número de elétrons é 26.
- D) o número de prótons é 26 e o número de elétrons é 56.
- E) o número de nêutrons + prótons + elétrons é 56 e o número de prótons é 28.

11. (PUC Minas) O íon Y^{3-} tem 38 elétrons e 45 nêutrons. O átomo neutro Y apresenta número atômico e número de massa, respectivamente,

- A) 35 e 80.
- B) 38 e 83.
- C) 41 e 86.
- D) 45 e 80.

GABARITO

- | | |
|---------------|-------|
| 01. E | 07. C |
| 02. E | 08. A |
| 03. A | 09. B |
| 04. A | 10. B |
| 05. Soma = 24 | 11. A |
| 06. B | |

MÓDULO 03

TEORIA QUÂNTICA ANTIGA

- 01.** (UFMG) De um modo geral, os sucessivos modelos atômicos têm algumas características comuns entre si. Com base na comparação do modelo atômico atual com outros, a afirmativa correta é:
- A) No modelo de Dalton e no atual, cada átomo é indivisível.
- B) No modelo de Rutherford e no atual, cada átomo tem um núcleo.
- C) No modelo de Rutherford e no atual, os elétrons têm energia quantizada.
- D) No modelo de Bohr e no atual, os elétrons giram em órbitas circulares ou elípticas.
- E) No modelo de Dalton e no atual, as propriedades atômicas dependem do número de prótons.
- 02.** (UECE) O experimento conhecido como teste da chama consiste em aquecer, no bico de Bunsen, com o apoio de uma vareta de vidro, um chumaço de algodão embebido de soluções de sais de um metal que pode ser bário, potássio, etc. Após algum tempo, cada um desses metais emite uma luz de coloração característica. O experimento ilustra, em laboratório, um fenômeno que recebe o nome de
- A) afinidade eletrônica.
- B) efeito fotoelétrico.
- C) efeito termiônico.
- D) salto quântico.
- 03.** (OBQ) Entre as radiações eletromagnéticas citadas a seguir, assinale aquela que apresenta o menor comprimento de onda.
- A) Visível
- B) Ultravioleta
- C) Micro-ondas
- D) Infravermelho
- E) Ondas de rádio
- 04.** (PUC Minas) Assinale a afirmativa incorreta.
- A) Segundo Dalton, a matéria é composta de átomos, e todos os átomos de um mesmo elemento são idênticos.
- B) A descontinuidade dos espectros de absorção ou emissão de energia pelo átomo de hidrogênio evidencia a existência de níveis de energia.
- C) Segundo Bohr, a energia de um elétron é quantizada, isto é, restrita a determinados valores.
- D) Na experiência de Rutherford, as partículas alfa que possuem carga positiva sofrem desvios porque são repelidas pelos elétrons.
- 05.** (UFMG) O modelo atômico de Dalton inclui a noção de
- A) eletrosfera.
- B) massa atômica.
- C) núcleo.
- D) órbita eletrônica.
- E) quantização de energia.
- 06.** (UFF-RJ) Em 1913, o físico dinamarquês Niels Bôhr mostrou que as leis da Física Clássica não eram válidas para sistemas microscópicos, tais como o átomo e suas partículas constituintes. Bohr criou um novo modelo atômico, fundamentado na Teoria dos *Quanta*, de Max Planck, estabelecendo alguns postulados. Assinale a alternativa que apresenta corretamente um dos Postulados de Bohr.
- A) O elétron pode-se mover em determinadas órbitas sem irradiar. Essas órbitas estáveis são denominadas "estados estacionários".
- B) É impossível determinar com precisão a posição e a velocidade instantâneas de uma partícula.
- C) Um mesmo orbital não pode ter mais do que dois elétrons. Num orbital com dois elétrons, um deles tem *spin* $+ \frac{1}{2}$ e o outro, $- \frac{1}{2}$.
- D) O elétron, ao saltar de um nível de energia interno E_1 para outro mais externo E_2 , emite um *quantum* de energia.
- E) Num átomo, não existem dois elétrons com os quatro números quânticos iguais.

GABARITO

- | | |
|-------|-------|
| 01. B | 04. D |
| 02. D | 05. B |
| 03. B | 06. A |

Caderno Extra

MÓDULO 01

OS SISTEMAS QUÍMICOS E SUAS TRANSFORMAÇÕES

- 01.** (UFRGS-RS) Em um balão, existe um líquido transparente, inodoro e incolor. Pode-se afirmar, com certeza, que se trata de
- A) uma substância pura.
 - B) uma solução.
 - C) um sistema homogêneo.
 - D) uma mistura homogênea.
 - E) uma solução na qual sólidos e líquidos presentes estão completamente dissolvidos.
- 02.** (UFRGS-RS) A respeito de dois sistemas, um dos quais contém hidrogênio e oxigênio nas CNTP, e outro água no estado gasoso, pode-se afirmar que
- A) correspondem a um sistema homogêneo e heterogêneo, respectivamente.
 - B) se constituem de misturas gasosas.
 - C) correspondem a sistemas atômico e molecular, respectivamente.
 - D) ambos correspondem a sistemas homogêneos.
 - E) ambos podem ser considerados misturas homogêneas dos gases oxigênio e hidrogênio.
- 03.** (Mackenzie-SP) À temperatura ambiente, uma substância simples sólida, uma substância composta gasosa e uma solução podem ser representadas, respectivamente, por
- A) Fe, NaCl e CO.
 - B) H₂, NH₃ e NaCl.
 - C) O₂, CO, e C_(grafite).
 - D) Hg, KI e H₂SO₄(diluído).
 - E) Au, CO e água mineral.
- 04.** (UNIRIO-RJ) [...] A biodegradação pode não ocorrer com a rapidez necessária e os ambientes aquáticos tornam-se anaeróbios (reduzido teor de oxigênio dissolvido), passando a exalar cheiro desagradável, com formação de gás sulfídrico (ácido sulfídrico) e de outros produtos da atividade microbiana [...] tais como íons acetato e os gases hidrogênio, carbônico e metano.
- CIÊNCIA HOJE. 2005.
- Entre os compostos citados, classificam-se como substâncias simples
- A) acetato e oxigênio.
 - B) hidrogênio e metano.
 - C) oxigênio e hidrogênio.
 - D) ácido sulfídrico e metano.
 - E) acetato e ácido sulfídrico.
- 05.** (PUC RS) O cloro é um gás amarelo-esverdeado utilizado na produção de polímeros e pode ser obtido a partir da eletrólise de uma solução aquosa de cloreto de sódio. O cloro e o cloreto de sódio são, respectivamente, exemplos de
- A) elemento químico e substância simples.
 - B) substância simples e elemento químico.
 - C) substância composta e elemento químico.
 - D) substância composta e substância simples.
 - E) substância simples e substância composta.
- 06.** (UESPI) O elemento químico fósforo pode ser encontrado na forma de duas substâncias simples: o fósforo branco, que é usado na produção de bombas de fumaça e cuja inalação provoca necrose dos ossos; e o fósforo vermelho, que é utilizado na fabricação de fósforo de segurança e se encontra na tarja da caixa e não no palito. Sobre o fósforo, assinale a alternativa correta.
- A) Essas duas formas de apresentação do fósforo são chamadas de alotrópicas.
 - B) Essas duas formas de apresentação do fósforo são chamadas de isotérmicas.
 - C) A diferença entre as duas formas de fósforo reside somente no estado físico.
 - D) O fósforo se apresenta na natureza em duas formas, chamadas de isobáricas.
 - E) Essas duas formas de apresentação do fósforo são chamadas de isotópicas.

07. (UFRN) Saber diferenciar processos químicos de processos físicos é de fundamental importância no estudo da Química.

Ocorre um processo químico, por exemplo, quando

- A) uma lata de ferro, jogada há alguns dias ao ar livre, enferruja.
- B) a água líquida, ao ser aquecida, se transforma em vapor de água.
- C) uma lata de alumínio, na primeira etapa da reciclagem, é amassada.
- D) a água, ao ser resfriada à pressão constante, se transforma em gelo.

08. (PUC Minas) Todas as situações expostas a seguir envolvem transformações químicas, exceto

- A) Dissolução do sal de frutas em água.
- B) Sublimação do gelo seco.
- C) Fermentação da massa na fabricação de pães.
- D) Destruição da camada de ozônio.

09. (UFPB) Quando a matéria sofre uma transformação qualquer, diz-se que ela sofreu um fenômeno, que pode ser físico ou químico. Nesse sentido, considere as seguintes transformações:

- Derretimento das geleiras
- Degradação dos alimentos no organismo
- Ação de um medicamento no organismo
- Produção de energia solar

Com relação a essas transformações, é correto afirmar:

- A) Todas são fenômenos químicos.
- B) Todas são fenômenos físicos.
- C) O derretimento das geleiras e a degradação dos alimentos no organismo são fenômenos químicos.
- D) A ação de um medicamento no organismo e a produção de energia solar são fenômenos físicos.
- E) O derretimento das geleiras e a produção de energia solar são fenômenos físicos.

10. (EFEI-MG) Considere um churrasco de fim de semana, numa turma de amigos e amigas, na beira de uma piscina. Dois entusiasmados convivas estão conversando sobre:

- I. A melhor técnica para operar a chopeira, de modo a encher um copo de vidro com chope e formar uma boa camada de espuma (colarinho).
- II. O gelo derretendo em um copo de uísque *on the rocks*, já devidamente esvaziado.
- III. A melhor maneira de acender o carvão na churrasqueira.
- IV. O "ponto ideal" para assar a picanha.

Dos assuntos gastronômicos anteriores, pode-se afirmar que são exemplos de reações químicas

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

11. (Unimontes-MG / Adaptado) No processo de caracterização de uma substância, fizeram-se algumas observações quanto às suas características:

- I. É um metal prateado, brilhante, que funde a 640 °C.
- II. Apresenta densidade, a 20 °C, igual a 1,738 g/cm³.
- III. Queima-se ao ar, produzindo uma luz branca.
- IV. Reage com o cloro, produzindo um sólido quebradiço.
- V. Transforma-se em folhas finas ou fios.

Em relação às características enumeradas, são consideradas propriedades físicas apenas

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

GABARITO

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

MÓDULO 02

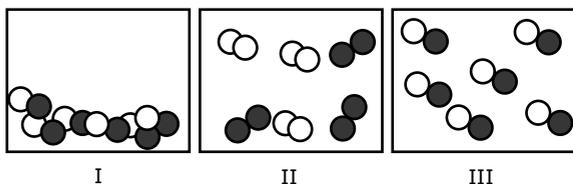
MUDANÇAS DE ESTADO FÍSICO

- 01.** (CMMG) Um béquer tampado com um vidro de relógio contém uma solução alcoólica marrom de iodo. A solução é aquecida; observa-se a formação de um vapor violeta que se deposita como um sólido marrom no fundo do vidro de relógio.

Em relação a esse sistema e aos processos que nele ocorrem, assinale a alternativa incorreta.

- A) A fase gasosa no interior do sistema contém, também, vapor de álcool.
 B) A formação do sólido marrom no fundo do vidro de relógio é um processo exotérmico.
 C) A composição do sólido marrom no fundo do vidro de relógio é igual à do vapor violeta.
 D) A formação do vapor violeta, a partir da solução marrom, indica a ocorrência de uma reação química.

- 02.** (PUC Minas) Observe com atenção os recipientes adiante. Os círculos apresentam átomos. Átomos de diferentes elementos são representados por cores diferentes.



É incorreto afirmar:

- A) A passagem de I para II representa uma transformação química.
 B) A passagem de I para III representa uma mudança de estado.
 C) Os recipientes II e III contêm compostos diferentes.
 D) Os recipientes I e II contêm o mesmo composto.
- 03.** (Unicamp-SP) O controle da umidade do solo, através da irrigação, pode contribuir substancialmente para a melhoria de rendimento da produção de algodão no Nordeste do Brasil, permitindo a sua produção, principalmente nas áreas semiáridas da região.

No entanto, o uso da irrigação implica necessariamente a acumulação gradativa de sais na superfície do solo, o que pode trazer reflexos negativos sobre a produção agrícola.

Disponível em: <http://www.cbmamona.com.br/pdfs/IRR-05.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2012 (Adaptação).

Desse texto, pode-se inferir que os sais dissolvidos na água da irrigação se acumulam na superfície do solo em função

- A) da rápida filtração da água de irrigação, pois no Nordeste o solo é muito arenoso e as chuvas são escassas.
 B) da sublimação da água de irrigação, após a água se transformar nos gases H_2 e O_2 , devido à alta temperatura na superfície.
 C) da evaporação da água de irrigação, associada à escassez de chuva no Nordeste.
 D) da sublimação da água de irrigação, associada à escassez de chuva no Nordeste.

- 04.** (FGV) O conhecimento das propriedades físico-químicas das substâncias é muito útil para avaliar condições adequadas para a sua armazenagem e transporte.

Considere os dados das três substâncias seguintes:

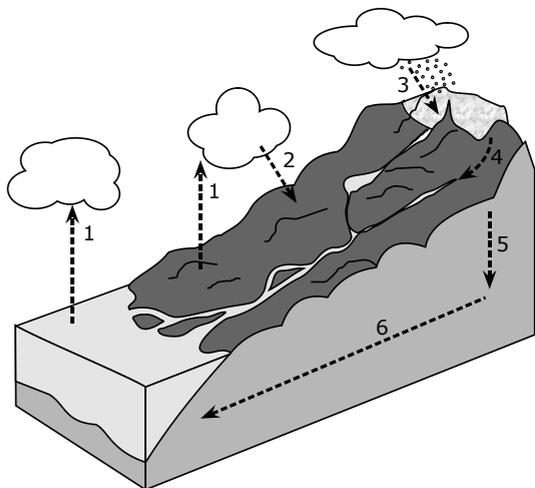
Substância	Ponto de fusão (°C)	Ponto de ebulição (°C)
I – Estanho	232	2 720
II – Flúor	-220	-188
III – Césio	28	678

ATKINS, P. W. *Princípios de Química*. 3. ed. Bookman, 2006.

É correto afirmar que em um ambiente a 35 °C, sob pressão atmosférica, as substâncias I, II e III apresentam-se, respectivamente, nos estados físicos

- A) sólido, gasoso e líquido.
 B) sólido, gasoso e gasoso.
 C) sólido, líquido e líquido.
 D) líquido, gasoso e líquido.
 E) líquido, líquido e gasoso.

05. (Unicamp-SP) A figura a seguir representa o ciclo da água na Terra. Nela estão representados processos naturais que a água sofre em seu ciclo. Com base no desenho, faça o que se pede.

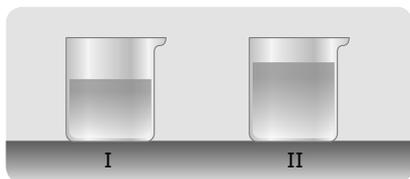


- A) Considerando que as nuvens são formadas por minúsculas gotículas de água, que mudança(s) de estado físico ocorre(m) no processo 1?
- B) Quando o processo 1 está ocorrendo, qual o principal tipo de ligação que está sendo rompida / formada na água?
- C) Cite pelo menos um desses processos (de 1 a 6) que, apesar de ser de pequena intensidade, ocorre no Sul do Brasil. Qual o nome da mudança de estado físico envolvida nesse processo?

06. (UFPA-MG) Ao observar um bloco de gelo produzido em um freezer, um adolescente perguntou ao professor por que o gelo apresentava algumas bolhas no seu interior. A alternativa que corresponde à explicação correta do professor é:

- A) As bolhas formadas são devidas ao vapor-d'água presente na estrutura do gelo.
- B) O cristal de gelo possui uma estrutura circular e as cavidades são hexagonais.
- C) A água sólida produzida em um freezer comum não se cristaliza totalmente, produzindo regiões esféricas de água líquida.
- D) As bolhas existentes no interior do bloco de gelo são decorrentes do rápido congelamento da água no freezer, que não permite a perfeita cristalização.
- E) A ocorrência das bolhas é devida ao ar dissolvido na água líquida, que não é solúvel na água sólida.

07. Os béqueres I e II, que contêm volumes diferentes de água pura, são aquecidos por fontes de calor idênticas.



- A) Indique em qual dos dois béqueres a água entrará em ebulição a uma temperatura mais alta. Justifique sua resposta.
- B) Indique em qual dos dois béqueres a água entrará em ebulição primeiro. Justifique sua resposta.

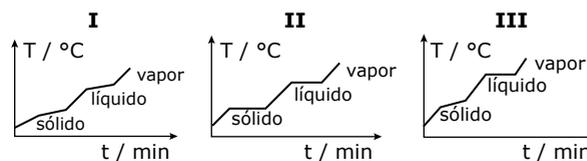
GABARITO

01. D
02. D
03. C
04. A
05. A) Vaporização ou evaporação e condensação.
B) Rompem-se as ligações de hidrogênio.
C) Processo 3. Solidificação.
06. E
07. A) Os béqueres I e II entrarão em ebulição à mesma temperatura. Temperatura de ebulição é uma propriedade específica e trata-se da mesma substância pura, submetida à mesma pressão.
B) O béquer I, por conter menor volume de água, entrará em ebulição primeiro, pois há menor quantidade de moléculas; logo, será necessária menor quantidade de energia para aquecer o sistema até a temperatura de ebulição.

MÓDULO 03

CURVAS DE AQUECIMENTO, DIAGRAMAS DE FASES E DENSIDADE

01. (Unificado-RJ) De acordo com os gráficos de mudanças de estado a seguir, podemos afirmar corretamente que I, II e III correspondem, respectivamente, a



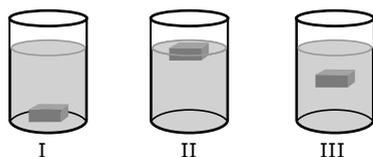
- A) mistura azeotrópica, substância pura e mistura eutética.
- B) mistura, substância pura e mistura azeotrópica.
- C) mistura, mistura azeotrópica e substância pura.
- D) substância pura, mistura eutética e mistura azeotrópica.
- E) substância pura, mistura e mistura eutética.

- 02.** (CEFET-MG) A gasolina vendida nos postos de combustíveis do Brasil contém álcool etílico. O teste utilizado para se verificar o teor de álcool é feito da seguinte maneira: em uma proveta de 100 mL, colocam-se 50 mL de gasolina, 50 mL de água e agita-se o recipiente. Formam-se duas fases distintas: uma contendo gasolina e outra, água e álcool. Em relação a esse teste e considerando os seguintes dados:

Densidade (g.cm^{-3})	Gasolina	Água	Álcool
	0,7	1,0	0,8

é correto afirmar que

- A) a gasolina é mais densa que a mistura de água e álcool.
 B) a solubilidade do álcool é menor na água que na gasolina.
 C) uma fase inferior igual a 62,5 mL significa um teor alcoólico de 25%.
 D) a fase inferior é constituída de gasolina, uma vez que essa foi adicionada primeiro.
 E) a fase superior terá um volume de 36 mL em gasolina contendo 22% de álcool.
- 03.** (UFMG) As figuras representam três sistemas.



Em cada um deles, a fase sólida é gelo e a fase líquida é água (densidade = $0,998 \text{ g.mL}^{-1}$), etanol 96 °GL (densidade = $0,810 \text{ g.mL}^{-1}$) ou uma mistura de água e etanol, não necessariamente nessa ordem.

Com relação a esses sistemas, é correto afirmar que

- A) a adição de água ao sistema II leva à situação ilustrada no sistema I.
 B) a densidade do gelo é igual à da fase líquida no sistema III.
 C) a fase líquida no sistema I é constituída somente de água.
 D) a fusão parcial do gelo no sistema II leva à situação ilustrada no sistema III.
- 04.** (UFMG) Na produção caseira de pães, usando-se fermento, é comum colocar-se uma bolinha de massa em um copo com água. Inicialmente, a bolinha afunda na água e, decorrido algum tempo, ela flutua, indicando o momento de assar os pães. Considerando-se o fenômeno descrito, é correto afirmar que a bolinha flutua porque ela

- A) fica cheia de água.
 B) se dissolve parcialmente na água.
 C) se torna menos densa que a água.
 D) tem sua massa diminuída.

- 05.** (UFMG) Sabe-se que, à temperatura ambiente, há, aproximadamente, o mesmo número de moléculas em 19 mL de água pura e em 60 mL de etanol puro.

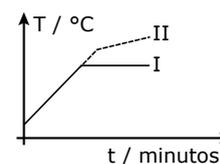
Quando amostras desses dois líquidos, com esses volumes, são misturadas em uma proveta, observa-se que

- a temperatura da mistura aumenta em relação à temperatura dos líquidos puros.
- as bolhas que se formam, então, sobem até a superfície da mistura.
- a mistura tem um volume total menor que 79 mL.

Considerando-se esse experimento e as observações dele decorrentes, é correto afirmar que

- A) a mistura de água e etanol é um processo endotérmico.
 B) a densidade da mistura é maior do que seria se seu volume fosse igual a 79 mL.
 C) as bolhas evidenciam a ocorrência de uma reação química entre a água e o etanol.
 D) a massa de água e a massa de etanol nesse experimento são, aproximadamente, iguais.

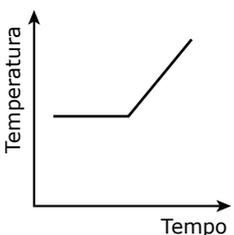
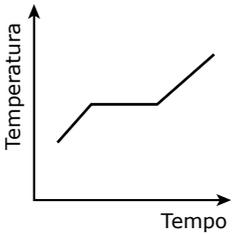
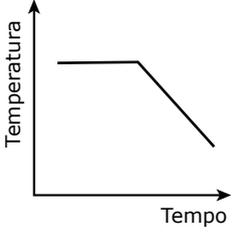
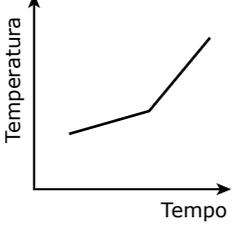
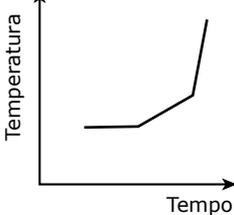
- 06.** (Vunesp) I e II são dois líquidos incolores e transparentes. Os dois foram aquecidos separadamente e mantidos em ebulição. Os valores das temperaturas (T) dos líquidos em função do tempo (t) de aquecimento são mostrados na figura a seguir:



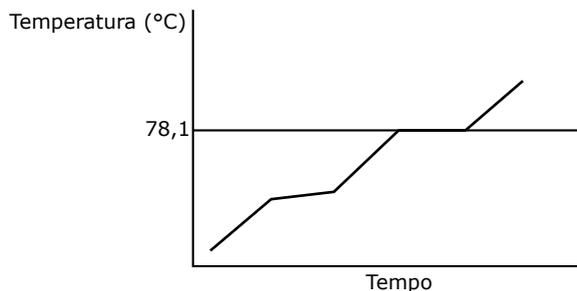
Com base nessas informações, pode-se afirmar que

- A) I é um líquido puro e II é uma solução.
 B) I é uma solução e II é um líquido puro.
 C) I é um líquido puro e II é um azeótropo.
 D) I e II são líquidos puros com diferentes composições químicas.
 E) I e II são soluções com mesmos solvente e soluto, mas I é uma solução mais concentrada do que II.

07. (UFRGS-RS) Um sistema constituído de gelo e água, em repouso a 0 °C, é aquecido gradualmente até que se obtenha apenas água líquida, na temperatura ambiente. Qual dos gráficos a seguir melhor representa a curva da temperatura em função do tempo?

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

08. (UEA-AM) A venda de álcool hidratado (95,5% de etanol + 4,5% de água) é controlada por motivo de segurança, já que muitas pessoas acidentalmente tiveram queimaduras no corpo por seu manuseio incorreto. A seguir, o gráfico representa a curva de aquecimento dessa mistura à pressão de 1 atm.

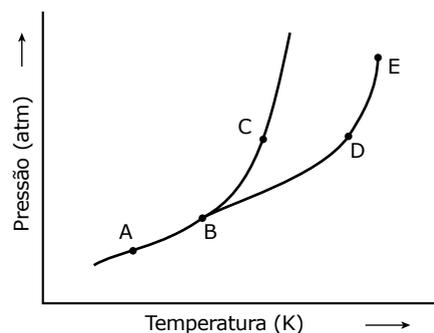


Pela análise do gráfico, observa-se que o álcool hidratado, a 85 °C e 1 atm, se encontra no estado _____ e a temperatura da mistura durante a fusão _____.

Assinale a alternativa que preenche, correta e respectivamente, as lacunas do texto.

- A) Sólido – permanece constante
- B) Gasoso – varia
- C) Líquido – varia
- D) Gasoso – permanece constante
- E) Líquido – permanece constante

09. (ITA-SP) Considere o diagrama de fase hipotético representado esquematicamente na figura a seguir:



O que representam os pontos A, B, C, D e E?

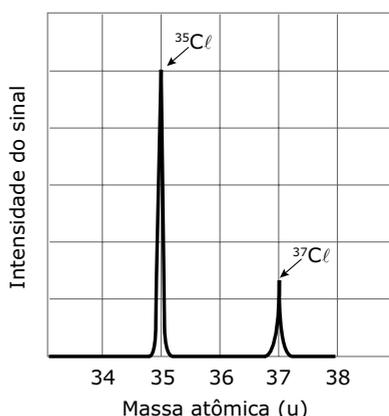
GABARITO

- 01. B
- 02. C
- 03. B
- 04. C
- 05. B
- 06. A
- 07. A
- 08. B
- 09. Ponto A: Equilíbrio físico entre fases sólida e gasosa.
- Ponto B: Ponto triplo, em que estão em equilíbrio as fases sólida, líquida e gasosa.
- Ponto C: Equilíbrio físico entre as fases sólida e líquida.
- Ponto D: Equilíbrio físico entre as fases líquida e gasosa.
- Ponto E: Ponto crítico.

MÓDULO 04

CÁLCULOS QUÍMICOS

- 01.** (Unimontes-MG) Os espectrômetros de massa são aparelhos que permitem determinar os pesos atômicos e moleculares. O espectro de massa de átomos de cloro, mostrado na figura a seguir, revela a presença de dois isótopos. A análise de um espectro permite determinar a abundância relativa (%) dos isótopos em função das intensidades de seus sinais.



Sabendo-se que o cloro encontrado na natureza é constituído de 24,22% do isótopo de maior massa atômica e de 75,78% do isótopo de menor massa, pode-se afirmar que a massa atômica média do cloro se encontra

- A) mais próxima do isótopo menos abundante.
 B) mais próxima do isótopo mais abundante.
 C) acima da soma das massas atômicas dos isótopos.
 D) duas unidades abaixo do isótopo mais abundante.
- 02.** (UFAL) Quando bebemos 250 g de água (aproximadamente 250 mL), admitindo ser desprezível a presença de impurezas, podemos considerar correto dizer que estamos ingerindo aproximadamente

Dado: Constante de Avogadro = $6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

- A) $2 \cdot 10^{24}$ átomos de oxigênio.
 B) $4 \cdot 10^{24}$ átomos de hidrogênio.
 C) $2 \cdot 10^{23}$ moléculas de água.
 D) 25 mol de átomos.
 E) 42 mol de átomos.

- 03.** (PUC Minas) Entre as quantidades a seguir, a opção que contém maior massa é

Dados: V_{molar} (CNTP) = 22,4 L/mol

$N = 6,02 \cdot 10^{23}$ unidades/mol

- A) 2 mol de hidróxido de sódio.
 B) $3,01 \cdot 10^{23}$ moléculas de água.
 C) 1 mol de ácido fosfórico.
 D) 22,4 L de gás oxigênio, medidos nas CNTP.
 E) $6,02 \cdot 10^{23}$ unidades estruturais de fórmula NaHCO_3 .

- 04.** (PUC Minas) Nitrito de sódio (NaNO_2) é empregado como aditivo em alimentos tais como *bacon*, salame, presunto, linguiça, etc., principalmente com a finalidade de evitar o desenvolvimento do *Clostridium botulinum*, causador do botulismo, e de propiciar a cor rósea característica desses alimentos. A concentração máxima permitida é de 0,015 g de (NaNO_2) por 100 g do alimento.

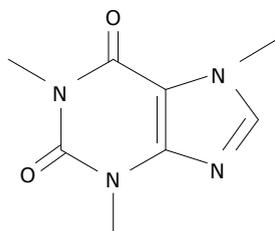
A quantidade máxima, em mol de nitrito de sódio, que pode estar presente em 10 kg de presunto, é, aproximadamente, igual a

- A) $4,4 \cdot 10^{-2}$.
 B) $2,2 \cdot 10^{-1}$.
 C) $4,4 \cdot 10^{-1}$.
 D) $2,2 \cdot 10^{-2}$.

- 05.** (PUC Minas) A sacarina é uma substância 300 vezes mais doce do que o açúcar. Sua primeira síntese data de 1897, época em que a prática de se testar o gosto de qualquer nova substância sintetizada era comum entre os químicos. A fórmula molecular da sacarina é $\text{C}_7\text{H}_{13}\text{NO}_3\text{S}$. Ao se ingerirem 125 mg de sacarina, a massa de enxofre ingerida é igual a

- A) 21,9 mg.
 B) 43,4 mg.
 C) 10,2 mg.
 D) 13,5 mg.

06. (UFSC) A cafeína – um estimulante do sistema nervoso central cuja estrutura é representada na figura – é um alcaloide encontrado nos grãos de café, em folhas de alguns tipos de chá e em refrigerantes à base de cola.



Cafeína

A tabela apresenta o conteúdo de cafeína em 200 mL de algumas bebidas:

Bebida	Cafeína (mg/200 mL)
Café (comum)	135
Café (solúvel)	97
Café (descafeinado)	5
Chá	80
Refrigerante à base de cola	50

- A) Determine o número de átomos de carbonos secundários presentes em uma molécula de cafeína. Para isso, identifique, marcando com uma seta, todos os átomos de carbonos secundários.
- B) Determine a quantidade de mols de moléculas de cafeína – fórmula molecular $C_8H_{10}N_4O_2$ – presentes em uma xícara de 200 mL de café solúvel.
07. (UNIRIO-RJ) Considere que a alga microscópica *Spirulina platensis*, muito utilizada como complemento alimentar, possui 48% de carbono e 7% de hidrogênio em massa. Um comprimido dessa alga, comprado em farmácia, possui 1 g de spirulina. Quantos átomos de carbono e de hidrogênio, respectivamente, existem nesse comprimido?

Dados: N. de Avogadro = $6 \cdot 10^{23}$

Massas molares: C = $12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; H = $1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

- A) $2,4 \cdot 10^{22}$ e $2,1 \cdot 10^{22}$
 B) $2,4 \cdot 10^{22}$ e $4,2 \cdot 10^{22}$
 C) $1,2 \cdot 10^{23}$ e $2,1 \cdot 10^{22}$
 D) 4 e 7
 E) 0,04 e 0,07

08. (Mackenzie-SP) O peso de um diamante é expresso em quilates. Um quilate, que é dividido em 100 pontos, equivale a 200 mg. O número de átomos de carbono existente em um diamante de 25 pontos é de

Dados: $^{12}_6\text{C}$

Número de Avogadro = $6,0 \cdot 10^{23}$

- A) $25 \cdot 10^{20}$.
 B) $50 \cdot 10^{23}$.
 C) $50 \cdot 10^{20}$.
 D) $200 \cdot 10^{23}$.
 E) $25 \cdot 10^{23}$.

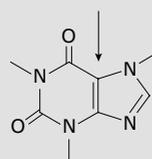
09. (Vunesp) Uma certa liga de estanho, chumbo e bismuto contém esses elementos nas proporções atômicas 2 : 5 : 3, respectivamente.

Determine a massa, em gramas, de uma amostra dessa liga que contém um total de $6,0 \cdot 10^{24}$ átomos.

Dado: Massas atômicas: Sn = 118; Pb = 207; Bi = 209.

GABARITO

01. B
 02. E
 03. C
 04. D
 05. A
 06. A) Um.



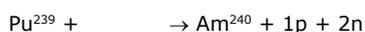
- B) $5 \cdot 10^{-4}$ mol de moléculas de cafeína.
 07. B
 08. A
 09. 1 898 g

Caderno Extra

MÓDULO 01

REAÇÕES NUCLEARES I

01. (PUC Rio) Considere a equação nuclear incompleta

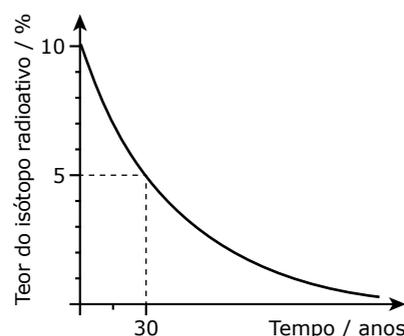


Para completar a equação, é correto afirmar que o amerício-240 é um isótopo radioativo que se obtém, juntamente com um próton e dois nêutrons, a partir do bombardeio do plutônio-239 com

- A) partículas alfa.
B) partículas beta.
C) radiações gama.
D) raios X.
E) deutério.
02. (FUVEST-SP) Em 1995, o elemento de número atômico 111 foi sintetizado pela transformação nuclear
- $${}_{28}^{64}\text{Ni} + {}_{83}^{209}\text{Bi} \rightarrow {}_{111}^{272}\text{Rg} + \text{nêutron}$$
- Esse novo elemento, representado por Rg, é instável. Sofre o decaimento
- $${}_{111}^{272}\text{Rg} \rightarrow {}_{109}^{268}\text{Mt} \rightarrow {}_{107}^{264}\text{Bh} \rightarrow {}_{105}^{260}\text{Db} \rightarrow {}_{103}^{256}\text{Lr} \rightarrow {}_{101}^{252}\text{Md}$$
- Nesse decaimento, liberam-se apenas
- A) nêutrons.
B) prótons.
C) partículas α e partículas β .
D) partículas β .
E) partículas α .
03. (UniCEUB-DF) Ao se desintegrar, o átomo de ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ se transforma em ${}_{84}^{210}\text{Po}$. Os números de partículas ${}_{2}^{4}\alpha$ e ${}_{-1}^{0}\beta$ emitidas no processo são, respectivamente,

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

04. (UFG-GO) Em Goiânia, 100 g de ${}^{137}\text{CsCl}$ foram liberados de uma cápsula, antes utilizada em radioterapia, causando um grave acidente nuclear. O gráfico a seguir representa a cinética da desintegração desse isótopo.



Para o ${}^{137}\text{Cs}$, o tempo de meia-vida e o tempo para que 87,5% tenham se desintegrado são, respectivamente,

- A) 60 anos e 30 anos.
B) 30 anos e 75 anos.
C) 60 anos e 90 anos.
D) 30 anos e 90 anos.
E) 120 anos e 60 anos.
05. (FEI-SP) Um dos materiais produzidos durante a operação de um reator nuclear é o fósforo-32. O procedimento para evitar a contaminação radioativa por esse material é estocá-lo, para decaimento a níveis de segurança. Sabe-se que a meia-vida do fósforo-32 é de 14 dias. Considerando 7,8 mg como nível de segurança, assinale o tempo, em dias, necessário para esse valor ser atingido a partir de 1 grama de fósforo-32.
- A) 42
B) 98
C) 118
D) 256
E) 512

06. Temos 45 g de uma amostra radioativa que, após certo tempo, reduz-se a 15 g. Determine o tempo transcorrido nessa redução, sabendo que a meia-vida do isótopo radioativo desse material é de 5 horas.

Dados: $\log 2 = 0,3$; $\log 3 = 0,47$.

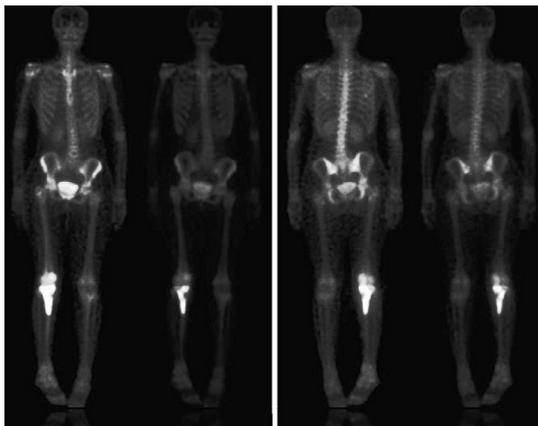
07. Dispõe-se de uma amostra de ^{210}Po cuja meia-vida é igual a 3 minutos. Depois de quanto tempo a massa do ^{210}Po se reduz a 20% da inicial?

Dados: $\log 5 = 0,7$; $\log 2 = 0,3$.

08. (Unicamp-SP / Adaptado) Em 1946, a Química forneceu as bases científicas para a datação de artefatos arqueológicos, usando o ^{14}C . Esse isótopo é produzido na atmosfera pela ação da radiação cósmica sobre o nitrogênio, sendo posteriormente transformado em dióxido de carbono. Os vegetais absorvem o dióxido de carbono e, por meio da cadeia alimentar, a proporção de ^{14}C nos organismos vivos mantém-se constante. Quando o organismo morre, a proporção de ^{14}C nele presente diminui, já que, em função do tempo, transforma-se novamente em ^{14}N . Sabe-se que, a cada período de 5 730 anos, a quantidade de ^{14}C reduz-se à metade.

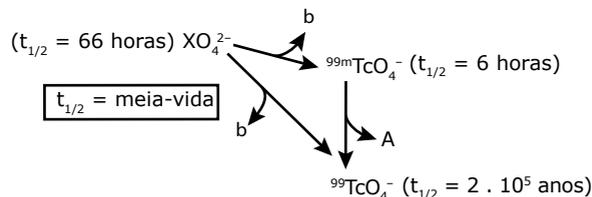
- A) Qual o nome do processo natural pelo qual os vegetais incorporam o carbono?
- B) Poderia um artefato de madeira, cujo teor determinado de ^{14}C corresponde a 25% daquele presente nos organismos vivos, ser oriundo de uma árvore cortada no período do Antigo Egito (3200 a.C. a 2300 a.C.)? Justifique sua resposta.

09. (UFRJ) A cintilografia é um procedimento clínico que permite assinalar a presença de um radiofármaco em um tecido ou órgão, graças à emissão de radiações que podem ser observadas em uma tela na forma de pontos brilhantes (cintilação).



Cintilografia óssea.

Os principais agentes usados nas clínicas de medicina nuclear para cintilografia são os radiofármacos marcados com $^{99\text{m}}\text{Tc}$, o qual é obtido através do decaimento do elemento X, conforme o esquema a seguir:



- A) Identifique o elemento X e a radiação A.
- B) Calcule a concentração molar de $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ em 100 mL de uma solução contendo 16,2 g de $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ após um período de 12 horas.

GABARITO

- 01. A
- 02. E
- 03. D
- 04. D
- 05. B
- 06. 7,83 h
- 07. 7 min
- 08. A) Fotossíntese.
- B) Não. O artefato de madeira possui 11 460 anos. Se a árvore de cuja madeira ele foi feito tivesse sido cortada no período do Antigo Egito, o artefato teria no máximo em torno de 5 200 anos.
- 09. A) $\text{XO}_4^{2-} \rightarrow {}_{-1}\beta^0 + {}^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ então: ${}_{42}\text{X} = \text{Mo}$
 ${}^{99\text{m}}\text{TcO}_4^- \rightarrow \text{A} + {}^{99}\text{TcO}_4^-$ então: A = radiação γ
- B) ${}^{99}\text{TcO}_4^- \Rightarrow (4 \cdot 16) + 99 = 64 + 99 = 163 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

100 mL — 16,2g \cong 0,1 mol

1 000 mL — x

$x \cong 1 \text{ mol}$

$t_{1/2}$ do $^{99\text{m}}\text{Tc} = 6 \text{ h}$. Logo, 12 horas = 2 meias-vidas.

$1 \text{ mol} \rightarrow 0,5 \text{ mol} \rightarrow 0,25 \text{ mol}$

Então, a concentração molar de $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ na solução após 12 horas é de, aproximadamente, 0,25 mol.L⁻¹.

MÓDULO 02

REAÇÕES NUCLEARES II

- 01.** (UFG-GO) As explosões das bombas atômicas, em agosto de 1945, sobre as cidades de Hiroshima e Nagasaki, completaram, em 1995, cinquenta anos. O fim da guerra e o início da era atômica se anunciavam, e o clarão escurecia os olhares do mundo, que oscilavam entre o pavor e o medo. O desconhecido explodia em solo japonês. A bomba detonava os horrores da guerra, levantava a poeira atômica das nações rivais e emitia sinais de que os tempos seriam outros para as nações. Por certo nunca mais seriam os mesmos para os "filhos do clarão".

Sobre bomba atômica e radioatividade é correto afirmar que

01. a explosão atômica é um processo de fusão nuclear.
 02. na emissão de uma partícula alfa, o urânio (^{235}U) decai para tório (^{231}Th).
 04. na emissão de uma partícula beta, o céσιο-137 decai para bário-137.
 08. radioatividade é a propriedade que certos átomos possuem de emitir radiação eletromagnética e / ou partículas a fim de adquirir a estabilidade eletrônica.
 16. as partículas alfa possuem maior poder de penetração em tecidos biológicos que as radiações gama.

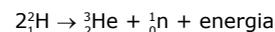
Soma ()

- 02.** (UFPI) No acidente nuclear de Chernobyl, a falha no sistema de refrigeração resultou no aquecimento que deu origem à explosão seguida de incêndio de grandes blocos de grafita, lançando no ar 6 a 7 toneladas de material radioativo. A alternativa usada para controlar o processo foi o aterramento do reator com toneladas de areia e concreto.

Indique a alternativa correta.

- A) O $^{235}\text{U}_{92}$ decai com emissão de 7 partículas alfa e quatro partículas beta para produzir $^{206}\text{Pb}_{82}$.
 B) Os efeitos sobre o meio ambiente pela liberação do isótopo ^{137}Cs (meia-vida \cong 30 anos) deverão ser detectados até 30 anos após o acidente.
 C) A energia gerada em usinas nucleares se origina de um processo de fusão nuclear.
 D) A fissão do $^{235}\text{U}_{92}$ se dá por um processo de reação em cadeia.
 E) Blocos de grafita funcionam como aceleradores, aumentando a velocidade dos nêutrons.

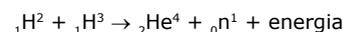
- 03.** (UFG-GO / Adaptado) O Sol fornece energia ao nosso planeta devido à fusão nuclear – a união de átomos de hidrogênio para formar hélio. Um exemplo de reação de fusão é a união de dois núcleos de deutério para dar um núcleo de hélio, um nêutron e energia, que pode ser representado como:



Sobre esse processo, julgue os itens a seguir:

- () É uma reação química onde os reagentes são átomos de hidrogênio e os produtos são nêutrons, átomos de hélio e energia.
 () O deutério é um dos isótopos conhecidos do hidrogênio.
 () O hélio produzido é um isóbaro do trítio, outro isótopo conhecido do hidrogênio.
 () O hidrogênio, o deutério e o trítio apresentam cargas nucleares diferentes.

- 04.** (UFMA) A bomba de hidrogênio funciona de acordo com a seguinte reação nuclear:



Portanto, podemos afirmar que

- A) é reação de fusão.
 B) é reação de fissão.
 C) é reação em que ocorre apenas emissão de partículas alfa (α).
 D) é reação em que ocorre apenas emissão de partículas beta (β).
 E) é reação em que ocorre apenas emissão de raios gama (γ).

- 05.** (UFPE) O programa nuclear do Irã tem chamado a atenção internacional em função das possíveis aplicações militares decorrentes do enriquecimento de urânio. Na natureza, o urânio ocorre em duas formas isotópicas, o U-235 e o U-238, cujas abundâncias são, respectivamente, 0,7% e 99,3%. O U-238 é radioativo, com tempo de meia-vida de $4,5 \cdot 10^9$ anos, independentemente do tipo de aplicação desejada. Sobre o uso do urânio, considere a equação a seguir e analise as afirmativas.



1. O U-238 possui três prótons a mais que o U-235.
 2. Os três nêutrons liberados podem iniciar um processo de reação em cadeia.
 3. O criptônio formado tem número atômico igual a 36 e número de massa igual a 96.
 4. A equação anterior representa a fissão nuclear do urânio.
 5. Devido ao tempo de meia-vida extremamente longo, o U-238 não pode, de forma alguma, ser descartado no meio ambiente.

Estão corretas apenas

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

- 06.** (UERJ) A reação nuclear entre o ^{242}Pu e um isótopo do elemento químico com maior energia de ionização localizado no segundo período da tabela de classificação periódica produz o isótopo ^{260}Rf e quatro partículas subatômicas idênticas. Apresente a equação dessa reação nuclear e indique o número de elétrons do ruterfórdio (Rf) no estado fundamental.

GABARITO

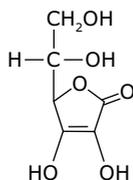
01. Soma = 06
 02. D
 03. F V V F
 04. A
 05. D
 06. $^{242}_{94}\text{Pu} + ^{22}_{10}\text{Ne} \rightarrow ^{260}_{104}\text{Rf} + 4^1_0\text{n}$

No estado fundamental, o número de elétrons de um átomo é igual ao de prótons. Assim, o ruterfórdio tem 104 elétrons.

MÓDULO 03

INTRODUÇÃO À QUÍMICA ORGÂNICA

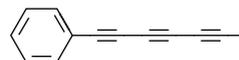
- 01.** (UFMG-PB) A vitamina C, também chamada de ácido ascórbico, é a mais conhecida das vitaminas. Ela está presente principalmente nos vegetais frescos, sendo mais abundante nas frutas cítricas (a acerola é uma das que possui maior teor de vitamina C). Com base na fórmula estrutural da vitamina C (a seguir), analise as seguintes afirmações:



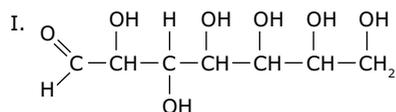
- I. O número de carbono com hibridização do tipo sp^3 é igual ao número de carbono com hibridização do tipo sp^2 .
 II. O anel da molécula apresenta 5 orbitais moleculares σ e 1 orbital π .
 III. O carbono da função orgânica éster possui hibridização de tipo sp^3 .

Entre as afirmativas anteriores, está(ão) correta(s)

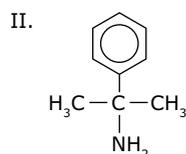
- A) I, II e III. C) I e II.
 B) I e III. D) III.
02. (UFES) O chá da planta *Bidens pilosa*, conhecida vulgarmente pelo nome de picão, é usado para combater icterícia de recém-nascidos. Das folhas dessa planta, é extraída uma substância química, cujo nome oficial é 1-fenilepta-1,3,5-triino e cuja estrutura é apresentada a seguir. Essa substância possui propriedades antimicrobianas e, quando irradiada com luz ultravioleta, apresenta atividade contra larvas de mosquitos e nematoides. Sobre a estrutura dessa substância, pode-se afirmar que



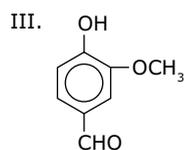
- A) possui 12 átomos de carbono com hibridização sp^2 .
 B) possui 12 ligações σ carbono-carbono.
 C) não possui carbonos com hibridização sp^3 .
 D) possui 3 átomos de carbono com hibridização sp .
 E) possui 9 ligações π carbono-carbono.
03. Julgue os itens.



Só possui carbonos secundários e terciários, sendo uma cadeia homogênea, ramificada e insaturada.



É um composto de cadeia mista, insaturada, aromática e homogênea com dois carbonos terciários.

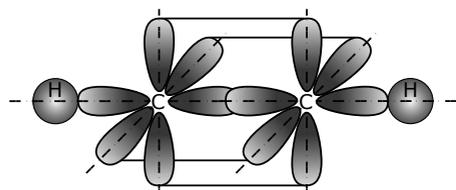


É um composto de cadeia mista, heterogênea, insaturada e aromática com 4 ligações π (π).

É(são) correto(s) o(s) item(ns):

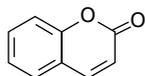
- A) I.
 B) II.
 C) III.
 D) II e III.
 E) Todos.

04. (UEG-GO) O esquema a seguir representa os orbitais das ligações na molécula do etino.



Sobre esta molécula,

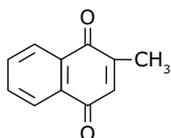
- A) determine o número de ligações sigma (σ) e pi (π).
 B) identifique o tipo de ligação sigma (σ) existente entre os átomos de carbono.
05. (UFPI) A cumarina, presente no cravo, estrutura representada a seguir, é extraída no Brasil a partir de *Dipteryx odorata*, uma planta comum no Norte do país, onde é conhecida como cumaru ou fava-tonca.



Marque a opção relacionada à estrutura da cumarina.

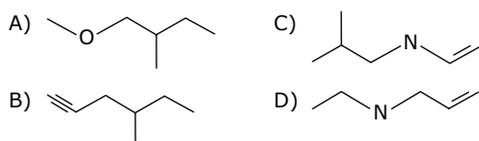
	Fórmula molecular	Carbonos sp^2	Número de elétrons π
A)	$C_9H_8O_2$	3	4
B)	$C_9H_6O_2$	9	8
C)	$C_9H_8O_2$	9	8
D)	$C_9H_6O_2$	9	10

06. (FUVEST-SP) A vitamina K_3 pode ser representada pela fórmula a seguir. Quantos átomos de carbono e quantos de hidrogênio existem em uma molécula desse composto?

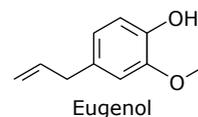


- A) 1 e 3 C) 9 e 8 E) 11 e 10
 B) 3 e 3 D) 11 e 8

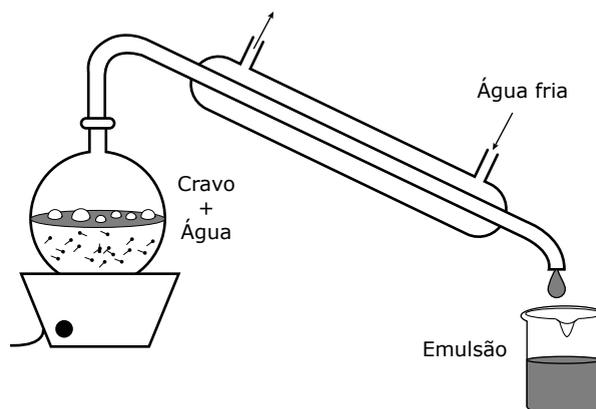
07. (UFJF-MG) Qual dos compostos relacionados a seguir apresenta, simultaneamente, uma cadeia carbônica aberta, ramificada, heterogênea e insaturada?



- Instrução:** Considere os textos e as ilustrações para responder aos exercícios de números 08 e 09.



O eugenol, estrutura química representada na figura, é uma substância encontrada no cravo-da-índia. Apresenta odor característico e é utilizado em consultórios dentários como anestésico local antes da aplicação de anestesia.



QUÍMICA NOVA. v. 32, n. 5, p. 1 338-1 341, 2009.

O processo de obtenção do eugenol no laboratório químico é relativamente simples, conforme indicado no aparato experimental representado na figura.

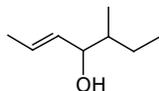
08. (FGV-SP) O número de átomos de carbono terciário na molécula de eugenol e o nome do processo de obtenção representado na figura são, respectivamente,

- A) 1 e adsorção.
 B) 1 e destilação.
 C) 3 e adsorção.
 D) 3 e cromatografia.
 E) 3 e destilação.

09. (FGV-SP) A fórmula mínima do eugenol é

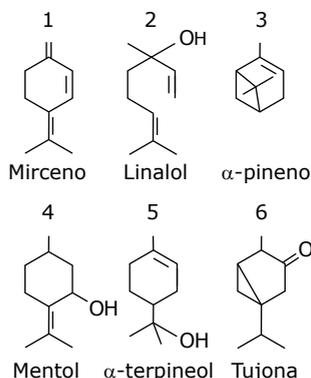
- A) C_4H_5O .
 B) C_4H_6O .
 C) C_5H_4O .
 D) C_5H_5O .
 E) C_5H_6O .

10. (UFAM) A cadeia carbônica a seguir é classificada como



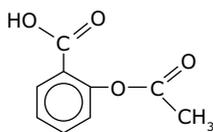
- A) aberta, ramificada, insaturada e heterogênea.
- B) alicíclica, ramificada, insaturada e heterogênea.
- C) acíclica, ramificada, insaturada e homogênea.
- D) alifática, linear, saturada e homogênea.
- E) aberta, linear, saturada e heterogênea.

11. (UFG-GO) Monoterpenos, substâncias de origem vegetal e animal, podem ser divididos em acíclicos, monocíclicos e bicíclicos. São exemplos de monoterpenos as estruturas a seguir:



Entre os monoterpenos representados, são acíclico, monocíclico e bicíclico, respectivamente,

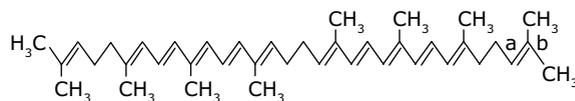
- A) 2, 4 e 6.
 - B) 1, 3 e 5.
 - C) 2, 3 e 5.
 - D) 1, 2 e 3.
 - E) 2, 4 e 5.
12. (FEI-SP) O ácido acetilsalicílico, de fórmula



um analgésico de diversos nomes comerciais (AAS, Aspirina, Buferin e outros), apresenta cadeia carbônica

- A) acíclica, heterogênea, saturada, ramificada.
- B) mista, heterogênea, insaturada, aromática.
- C) mista, homogênea, saturada, alicíclica.
- D) aberta, heterogênea, saturada, aromática.
- E) mista, homogênea, insaturada, aromática.

13. (UFRN) Produtos agrícolas são muito importantes em uma dieta alimentar. O tomate, por exemplo, é fonte de vitaminas e contém licopeno – de ação antioxidante –, cuja estrutura é:



- A) Apresente quatro classificações da cadeia carbônica do licopeno.
- B) Qual o tipo de hibridização dos carbonos (a e b) indicados na figura? Justifique sua resposta, baseando-se no número e no tipo de ligações formadas nesses carbonos.

14. (PUC-Campinas-SP) Os detergentes biodegradáveis diferem dos não biodegradáveis por apresentarem cadeias carbônicas ramificadas. Dos seguintes tipos de fórmula:

- I. Mínima
- II. Molecular
- III. Funcional
- IV. Centesimal
- V. Estrutural

Qual informaria a um estudante de química orgânica se o componente de uma marca de detergente é biodegradável ou não?

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

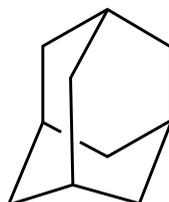
GABARITO

- 01. C
- 02. E
- 03. B
- 04. A) 3 sigma e 2 pi
B) σ (sp – sp)
- 05. D
- 06. D
- 07. C
- 08. B
- 09. E
- 10. C
- 11. A
- 12. B
- 13. A) Cadeia aberta, alifática ou acíclica; ramificada; insaturada e homogênea.
B) O carbono a possui hibridização sp^3 porque apresenta quatro ligações sigmas (ou quatro ligações simples). O carbono b possui hibridização sp^2 porque apresenta três ligações sigmas e uma ligação pi.
- 14. E

MÓDULO 04

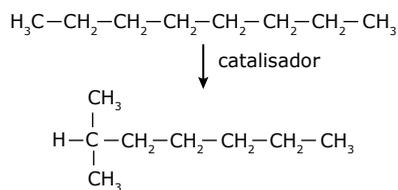
HIDROCARBONETOS ALIFÁTICOS

01. (UFMG) Observe a estrutura do adamantano.



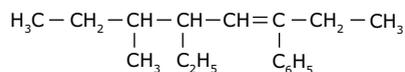
Em relação a essa estrutura, todas as alternativas estão corretas, exceto

- A) Contém átomos de carbono secundário.
 B) Contém átomos de carbono terciário.
 C) Contém átomos de hidrogênio primário.
 D) É um hidrocarboneto saturado policíclico.
 E) Tem fórmula molecular $C_{10}H_{16}$.
02. (Santa Casa-SP) Quantos átomos de carbono há em cada molécula do 3-etil-2-metil-4-propileptano?
- A) 9
 B) 11
 C) 12
 D) 13
 E) 15
03. (PUC-Campinas-SP) Nos motores a explosão, hidrocarbonetos de cadeia ramificada resistem melhor à compressão do que os de cadeia normal. Com essa finalidade, compostos de cadeia reta são submetidos a reações de reforma catalítica, como a seguir exemplificada:



- Os nomes oficiais do reagente e do produto são, respectivamente,
- A) i-octano e dimetilexano.
 B) octano e 6-metileptano.
 C) octano normal e 2,2-dimetileptano.
 D) octano e 2-metileptano.
 E) n-octano e i-hexano.
04. (UFU-MG) O hidrocarboneto que apresenta cadeia acíclica, ramificada, saturada e homogênea é
- A) 4-etil-4,5-dimetilept-2-eno.
 B) 4-isopropil-2,4,5-trimetilept-2-eno.
 C) 2,4,5-trimetil-4-propileptano.
 D) 2-etil-4-isopropil-1-metilcicloexano.

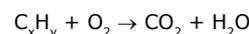
05. (PUCPR) Dado o composto:



Os radicais ligados aos carbonos 3, 5 e 6 da cadeia principal são, respectivamente,

- A) metil, etil e benzil.
 B) fenil, etil e metil.
 C) hexil, etil e metil.
 D) metil, etil e fenil.
 E) benzil, etil e metil.
06. (Fatec-SP) O gás liquefeito de petróleo, GLP, é uma mistura de propano, C_3H_8 , e butano, C_4H_{10} . Logo, esse gás é uma mistura de hidrocarbonetos da classe dos
- A) alcanos. D) cicloalcanos.
 B) alcenos. E) cicloalcenos.
 C) alcinos.
07. (UEL-PR) O gás natural é um combustível ecológico. Sua queima produz uma combustão menos poluente, melhorando a qualidade do ar quando substitui formas de energias como carvão mineral, lenha e óleo combustível. Contribui, ainda, para a redução do desmatamento. Por ser mais leve que o ar, o gás dissipa-se rapidamente pela atmosfera, em caso de vazamento. Sobre o gás natural, podemos ainda afirmar:
- A) É constituído principalmente de metano e de pequenas quantidades de etano e propano.
 B) É também conhecido e comercializado como GLP (Gás Liquefeito de Petróleo).
 C) É constituído principalmente de gases sulfurosos e hidrocarbonetos.
 D) É constituído de hidrocarbonetos, contendo de 6 a 10 átomos de carbono.
 E) É também chamado gás mostarda.
08. (Mackenzie-SP) Na reação de carbeto de cálcio com água, formam-se hidróxido de cálcio e gás acetileno, que tem fórmula molecular C_2H_2 . A respeito do acetileno, é incorreto afirmar que
- Dado:** Massa molar ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$): $\text{H} = 1$; $\text{C} = 12$.
- A) é o alcino de menor número de carbonos.
 B) a combustão total de 2 mol desse gás com 5 mol de gás oxigênio produz 4 mol de dióxido de carbono e 2 mol de água.
 C) seu nome oficial é etino.
 D) libera, ao queimar, grande quantidade de calor, e por isso é usado em maçaricos nas oficinas mecânicas.
 E) tem massa molar igual a $28\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

09. (UERJ) A partir das quantidades de água e gás carbônico produzidas numa reação de combustão completa de um hidrocarboneto (C_xH_y), ilustrada na equação não balanceada a seguir, podemos chegar à fórmula molecular do reagente orgânico consumido.



A combustão completa de 1,0 mol de um hidrocarboneto produziu 72 g de água e 89,6 L de gás carbônico, medidos nas condições normais de temperatura e pressão.

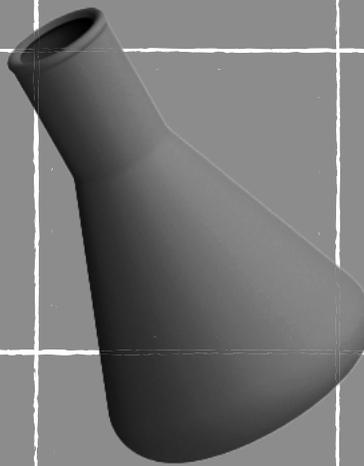
Esse hidrocarboneto pode ser classificado como

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

- A) alcino.
 B) ciclano.
 C) alceno.
 D) alcadieno.
10. (PUC RS) A combustão completa de 0,1 mol de um hidrocarboneto gerou 22 g de gás carbônico e 10,8 g de água. Conclui-se que esse hidrocarboneto é um
- A) alceno.
 B) cicloalceno.
 C) alceno.
 D) alcadieno.
 E) alcino.

GABARITO

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



QUÍMICA

SUMÁRIO

FRENTE A

- 3 Módulo 05: Classificação Periódica
- 5 Módulo 06: Propriedades Periódicas
- 9 Módulo 07: Ligações Iônicas
- 11 Módulo 08: Ligações Metálicas

FRENTE B

- 13 Módulo 05: Estudo Físico dos Gases I
- 14 Módulo 06: Estudo Físico dos Gases II
- 17 Módulo 07: Cálculos de Fórmulas
- 18 Módulo 08: Cálculos Estequiométricos

FRENTE C

- 21 Módulo 05: Compostos Aromáticos
- 22 Módulo 06: Álcoois, Fenóis e Éteres
- 24 Módulo 07: Aldeídos e Cetonas
- 25 Módulo 08: Ácidos e Sais Carboxílicos

Caderno Extra

MÓDULO 05

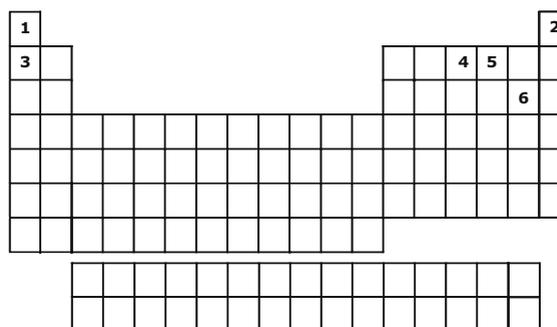
CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA

- 01.** (UFRGS-RS) As principais propriedades físicas que estabelecem a diferença entre metais e ametais são
- densidade, dureza e condutividade térmica.
 - reflexão da luz, ponto de fusão e condutividade elétrica.
 - ponto de ebulição, refração da luz e condutividade térmica.
 - densidade, ponto de fusão e ponto de ebulição.
 - maleabilidade, ductibilidade e condutividade elétrica.
- 02.** (UFRGS-RS) Considerando a classificação periódica dos elementos, a afirmação correta é:
- O manganês é um metal e seu número atômico é 54,9.
 - O bromo é um semimetal e pertence à família dos halogênios.
 - O criptônio é um gás nobre e seu número atômico é 19.
 - O zinco é um metal que, no estado fundamental, apresenta elétrons distribuídos em três camadas eletrônicas.
 - O enxofre é um não metal, com seis elétrons na última camada.
- 03.** (UERJ) Um dos elementos químicos que tem se mostrado muito eficiente no combate ao câncer de próstata é o selênio (Se). Com base na tabela de classificação periódica dos elementos, os símbolos de elementos com propriedades químicas semelhantes ao selênio são
- Cl, Br, I.
 - Te, S, Po.
 - P, As, Sb.
 - As, Br, Kr.
- 04.** (UnB-DF) Os acumuladores, mais comumente chamados de baterias, cuja utilização sofreu um aumento considerável com o advento dos aparelhos eletroeletrônicos, geralmente contêm substâncias simples e / ou compostas que envolvem, entre outros, os seguintes elementos químicos: zinco (Zn), mercúrio (Hg), lítio (Li), cádmio (Cd), prata (Ag) e carbono (C).

Acerca das propriedades periódicas desses elementos químicos e considerando a tabela periódica, julgue os itens a seguir:

- () Prata e cádmio pertencem a uma mesma família.
 () Mercúrio e zinco pertencem a um mesmo período da tabela periódica.

- 05.** (FUVEST-SP) Um astronauta foi capturado por habitantes de um planeta hostil e aprisionado numa cela, sem seu capacete espacial. Logo começou a sentir falta de ar. Ao mesmo tempo, notou um painel como o da figura a seguir, em que cada quadrado era uma tecla. Apertou duas delas, voltando a respirar bem. As teclas apertadas foram



- 1 e 2.
- 2 e 3.
- 3 e 4.
- 4 e 5.
- 5 e 6.

- 06.** (UFMG) Com relação ao elemento gálio (número atômico 31), a afirmativa falsa é:
- Forma um óxido de fórmula Ga_2O_3 .
 - Seu átomo possui três elétrons de valência.
 - Seu principal número de oxidação é 3+.
 - Trata-se de um elemento do 4º período.
 - Trata-se de um metal de transição.
- 07.** (UEM-PR) Três átomos cujos números atômicos são 8, 11 e 17 estão classificados na tabela periódica, respectivamente, como
- um gás nobre, um metal alcalino e um metal alcalinoterroso.
 - um halogênio, um não metal e um metal alcalinoterroso.
 - um metal alcalino, um halogênio e um calcogênio.
 - um calcogênio, um metal alcalino e um halogênio.
 - um gás nobre, um metal alcalino e um halogênio.

- 08.** (UFPR) Considera-se que quatorze elementos químicos metálicos são essenciais para o correto funcionamento do organismo, portanto indispensáveis para manter a saúde. Os referidos elementos estão listados na tabela a seguir:

Metal	Símbolo	Número atômico
Sódio	Na	11
Magnésio	Mg	12
Potássio	K	19
Cálcio	Ca	20
Vanádio	V	23
Cromo	Cr	24
Manganês	Mn	25
Ferro	Fe	26
Cobalto	Co	27
Níquel	Ni	28
Cobre	Cu	29
Zinco	Zn	30
Molibdênio	Mo	42
Estanho	Sn	50

Com base na distribuição eletrônica dos átomos desses metais no estado fundamental, assinale a alternativa correta.

- A) K, Ca, V, Cr, Mn, Fe, Co e Ni são elementos que apresentam o elétron mais energético em orbitais d e são, por isso, conhecidos como metais de transição.
- B) Mg e Ca pertencem ao mesmo grupo ou família da tabela periódica.
- C) A camada de valência de K possui a configuração $3s^2 3p^6 3d^1$.
- D) Mo e Sn possuem elétrons em subnível f.
- E) Todos os elementos citados possuem subníveis preenchidos parcialmente.
- 09.** (UFRRJ) Os telefones celulares, telefones sem fio, relógios e controles remotos são alguns dos equipamentos que funcionam com baterias à base de lítio (Li). Considerando o íon Li^+ e a posição do elemento na tabela periódica, é incorreto afirmar que esse íon
- A) apresenta 1 nível completamente preenchido.
- B) tem um núcleo com 3 prótons.
- C) tem a mesma configuração eletrônica que o átomo de hélio.
- D) apresenta números iguais de prótons e elétrons.
- E) quando se liga com o íon cloreto, forma um composto iônico.

- 10.** (UERJ) Um átomo do elemento químico X, usado como corante para vidros, possui número de massa igual a 79 e número de nêutrons igual a 45. Considere um elemento Y, que possua propriedades químicas semelhantes ao elemento X.

Na tabela de classificação periódica, o elemento Y estará localizado no seguinte grupo:

- A) 7
- B) 9
- C) 15
- D) 16
- 11.** (FEPECS-DF) Os sistemas óticos dos telefones celulares modernos são produzidos a partir de elementos como silício, estanho, índio, gálio, cobre, ouro, prata, ítrio e alumínio. Um grupo da tabela periódica reúne os elementos citados que, no estado fundamental, apresentam em sua distribuição eletrônica o maior número de elétrons desemparelhados. Esse grupo é o
- A) 4A.
- B) 3A.
- C) 1B.
- D) 8B.
- E) 3B.
- 12.** (EEM-SP) Um certo átomo do elemento E genérico apresenta o elétron mais energético do subnível $4p^5$. Pede-se:
- A) Qual o período e a família do sistema periódico a que pertence o elemento E?
- B) Quais os números atômicos dos elementos que antecedem e sucedem o elemento E na mesma família do sistema periódico?
- 13.** (EEM-SP) O íon Sc^{3+} tem 18 elétrons e é isoeletrônico do íon X^{3-} . Pergunta-se:
- A) Qual a estrutura eletrônica do átomo de escândio?
- B) Qual seu número atômico, a que família e a qual período da classificação periódica pertence o elemento X?
- 14.** (UFOP-MG) Um elemento possui a seguinte distribuição de elétrons por camadas: 2, 8, 1. Assinale a alternativa que completa a sentença. Esse elemento
- A) forma íons de carga $1+$.
- B) é um gás nobre.
- C) forma íons de carga $1-$.
- D) é um metal alcalinoterroso.
- E) é um metal de transição.

15. (UFV-MG) Certa substância simples apresenta as seguintes propriedades:

- I. É boa condutora de eletricidade.
- II. Reage facilmente com o oxigênio do ar, formando um óxido básico.
- III. Reage com água, formando um hidróxido com a proporção de um átomo do elemento para dois ânions hidróxido.

Essa substância pode ser formada por elementos da tabela periódica pertencentes à coluna

- A) 1.
- B) 2.
- C) 13.
- D) 16.
- E) 17.

16. (UERJ) Um estudante observou algumas propriedades de um determinado metal Me:

- Reage facilmente com os halogênios.
- Forma peróxido do tipo Me_2O_2 .
- Apresenta elevada eletropositividade.

Esse elemento, na tabela de classificação periódica, está localizado na seguinte coluna:

- A) 1
- B) 2
- C) 6
- D) 8

GABARITO

01. E
02. E
03. B
04. F F
05. D
06. E
07. D
08. B
09. D
10. D
11. A
12. A) 4º período e família 17
B) 17 e 53
13. A) $\text{Sc} \Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$
B) $X \Rightarrow Z = 15$, família 15 e 3º período
14. A
15. B
16. A

MÓDULO 06

PROPRIEDADES PERIÓDICAS

01. (UFRGS-RS) Dadas as equações e os respectivos valores de energia de ionização para os elementos representados por X, Y e Z:



E sabendo-se que X, Y e Z representam elementos do segundo período, pode-se afirmar que

- A) X pode ser o oxigênio e Y pode ser o berílio.
- B) X pode ser o neônio e Z pode ser o boro.
- C) Y pode ser o nitrogênio e Z pode ser o lítio.
- D) X pode ser o lítio e Z pode ser o neônio.
- E) X pode ser o flúor e Y pode ser o berílio.

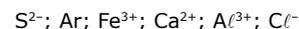
02. (UFLA-MG) Um determinado elemento químico possui a seguinte distribuição eletrônica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$. Pode-se afirmar que o elemento

- A) pertence ao terceiro período da tabela periódica e possui 5 elétrons na camada de valência.
- B) possui uma energia de ionização menor que a do enxofre.
- C) possui o raio atômico menor e é mais eletronegativo que o enxofre.
- D) possui maior raio atômico e maior afinidade eletrônica do que o fósforo.

03. (PUC RS) Considerando-se a posição dos elementos na tabela periódica, é correto afirmar que, entre os elementos indicados a seguir, o de menor raio e maior energia de ionização é o

- A) alumínio.
- B) argônio.
- C) fósforo.
- D) sódio.
- E) rubídio.

04. (UFRJ) Considere as espécies químicas apresentadas a seguir:



- A) Identifique, com o auxílio da tabela periódica, as espécies isoeletrônicas, apresentando-as em ordem decrescente de raio.
- B) Identifique, entre as espécies químicas cujos elementos pertencem ao terceiro período, aquela que apresenta o menor potencial de ionização. Justifique sua resposta.

- 05.** (UFRGS-RS) Considerando-se os elementos potássio ($Z = 19$), cálcio ($Z = 20$) e bário ($Z = 56$) e suas posições na tabela periódica, pode-se concluir que o átomo de
- bário apresenta maior eletronegatividade que o átomo de cálcio.
 - potássio apresenta um maior número de níveis de energia que o átomo de bário.
 - cálcio tem propriedades semelhantes ao átomo de potássio, pois ambos estão na mesma família.
 - bário apresenta mais elétrons na camada de valência que o átomo de potássio.
 - cálcio apresenta um valor de potencial de ionização menor que o do átomo de bário, pois tem menor número de elétrons em sua eletrosfera.

- 06.** (ITA-SP) Dadas as configurações eletrônicas dos seguintes átomos no seu estado fundamental:

- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

É errado afirmar que

- entre os átomos anteriores, o átomo I tem o maior potencial de ionização.
- a perda de 2 elétrons pelo átomo II leva à formação do cátion Mg^{2+} .
- entre os átomos anteriores, o átomo III tem a maior afinidade eletrônica.
- o ganho de 1 elétron pelo átomo IV ocorre com a liberação de energia.
- o átomo IV é um halogênio.

- 07.** (UFSC) Considere as seguintes propriedades:

- Configuração eletrônica da camada de valência $ns^2 np^3$.
- Boa condutividade elétrica.
- Baixa energia de ionização.
- Alta afinidade eletrônica.

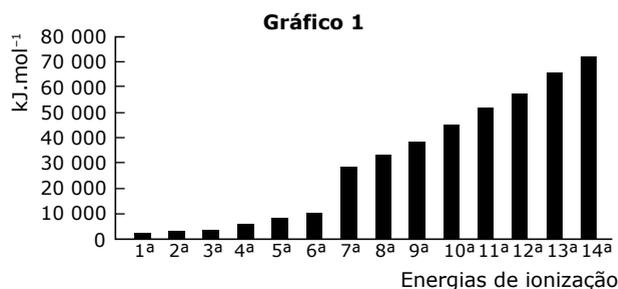
A sequência de elementos que apresentam as propriedades relacionadas, na ordem dada, é

- N, Pt, Cl e F.
- Ca, Cu, K e Br.
- Al, Au, Cl e Na.
- P, Cu, Na e Cl.
- As, Cl, K e Br.

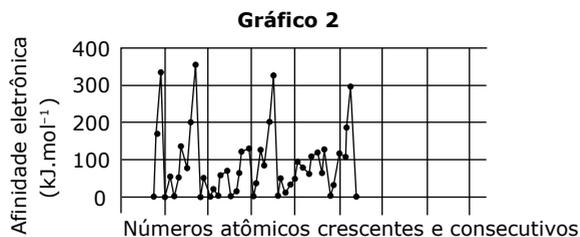
- 08.** (UERJ) O comportamento químico e físico dos elementos tem relação direta com suas propriedades periódicas.

Observe, no gráfico 1, parte das energias de ionização de um elemento representativo do terceiro período da tabela de classificação periódica.

Observe, no gráfico 2, as afinidades eletrônicas de 48 elementos da tabela de classificação periódica. Considere que o elemento de menor número atômico representado pertence ao segundo período da tabela.



RUSSEL, John Blair. *Química geral*. São Paulo: Makron Books, 1994 (Adaptação).



Disponível em: www.webelements.com (Adaptação).

Nomeie o elemento que corresponde ao gráfico 1, justificando sua resposta. Em seguida, identifique o grupo da tabela de classificação periódica ao qual pertencem os elementos do gráfico 2 que apresentam as quatro maiores afinidades eletrônicas.

- 09.** (UNIFESP) Na tabela a seguir, é reproduzido um trecho da classificação periódica dos elementos.

B	C	N	O	F	Ne
Al	Si	P	S	Cl	Ar
Ga	Ge	As	Se	Br	Ne

A partir da análise das propriedades dos elementos, está correto afirmar que

- a afinidade eletrônica do neônio é maior que a do flúor.
- o fósforo apresenta maior condutividade elétrica que o alumínio.
- o nitrogênio é mais eletronegativo que o fósforo.
- a primeira energia de ionização do argônio é menor que a do cloro.
- o raio do íon Al^{3+} é maior que o do íon Se^{2-} .

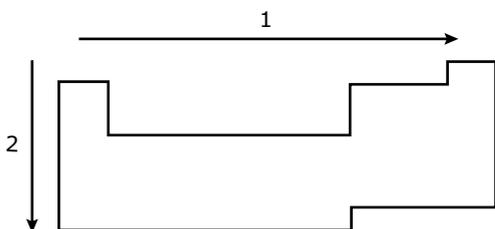
10. (PUC Minas) Consultando a tabela periódica, assinale a alternativa em que os átomos a seguir estejam apresentados em ordem crescente de eletronegatividade: B, C, N, O, Al.
- A) N C B O Al
 B) O N C B Al
 C) Al B C N O
 D) B Al C O N

11. (UFAL) A tabela seguinte fornece valores de eletronegatividade de quatro elementos químicos, todos do terceiro período da tabela periódica.

Elemento	Eletronegatividade (escala de Pauling)
I	3,16
II	0,93
III	1,31
IV	2,58

Um desses elementos é o cloro e outro é o enxofre. Eles estão representados, respectivamente, por

- A) I e II. C) I e IV. E) III e IV.
 B) I e III. D) II e IV.
12. (PUC Rio) Considere as afirmações sobre elementos do grupo IA da tabela periódica:
- I. São chamados metais alcalinos.
 II. Seus raios atômicos crescem com o número atômico.
 III. Seu potencial de ionização aumenta com o número atômico.
 IV. Seu caráter metálico aumenta com o número atômico.
- Entre as afirmações, são verdadeiras
- A) I e II. D) II, III e IV.
 B) III e IV. E) I, II, III e IV.
 C) I, II e IV.
13. (UFRGS-RS) Considere o desenho a seguir, referente à tabela periódica dos elementos.

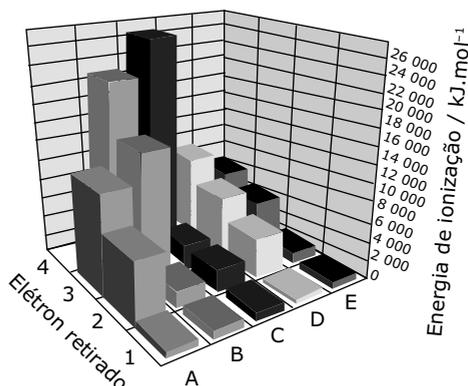


A setas 1 e 2 referem-se, respectivamente, ao aumento de valor das propriedades periódicas

- A) eletronegatividade e raio atômico.
 B) raio atômico e eletroafinidade.
 C) raio atômico e caráter metálico.
 D) potencial de ionização e eletronegatividade.
 E) potencial de ionização e potencial de ionização.
14. (UFPI) Os elementos carbono (C) e chumbo (Pb), embora pertencentes ao mesmo grupo da tabela periódica, apresentam característica, respectivamente, de ametal e metal. A propriedade periódica que justifica essa observação é a
- A) densidade.
 B) dureza química.
 C) energia de ionização.
 D) polaridade.
 E) energia reticular.
15. (FMTM-MG) O potássio é o cátion que apresenta maior concentração no fluido intracelular. Participa do metabolismo celular e da síntese de proteínas e do glicogênio. Ele desempenha uma importante função na excitabilidade neuromuscular e na regulação do teor de água no organismo. Com relação ao potássio, são feitas as afirmações:
- I. É um metal alcalinoterroso de elevado potencial de ionização.
 II. Forma, com o cloro, um composto iônico de fórmula KCl .
 III. Forma cátion monovalente, que é isoeletrônico do átomo de argônio.
 IV. 19 g de potássio contêm 1 mol de átomos de potássio.
- Dados:** Números atômicos: $Cl = 17$; $Ar = 18$; $K = 19$
 Está correto o contido apenas em
- A) I. C) II e III. E) II, III e IV.
 B) I e II. D) III e IV.
16. (PUC Minas) Leia com atenção as seguintes características:
- I. Altas energias de ionização.
 II. Altas eletronegatividades.
 III. Camada mais externa com configuração $ns^2 np^5$.
 IV. Com metais, formam compostos iônicos.
- Tais características se referem aos elementos
- A) de transição externa.
 B) de transição interna.
 C) gases nobres.
 D) halogênios.
 E) transurânicos.

- 17.** (UFC-CE) A denominação popular de "lixeiro", dada aos moluscos marítimos, tem base científica no conhecimento de que essas espécies apresentam grande concentração de uma classe particular de proteínas denominadas metatioeínas. A elevada quantidade de átomos de enxofre, espécie rica em elétrons, nas metatioeínas, justifica a afinidade destas por elementos metálicos, tais como Cr, Mn e Cu. Assinale a alternativa que relaciona corretamente propriedades comuns aos metais citados.
- A) São classificados como elementos representativos que apresentam baixos valores de potencial de ionização e, por consequência, apresentam baixa densidade.
 - B) São elementos de transição interna que apresentam elevado caráter metálico, tendo forte afinidade, portanto, por ácidos de Lewis.
 - C) São elementos de transição que apresentam facilidade em experimentar reações de oxidação, originando íons que atuam como ácidos de Lewis.
 - D) São elementos que, por se encontrarem na porção intermediária da tabela periódica, apresentam elevados valores de afinidade eletrônica e grande facilidade em formar ânions.
 - E) São elementos que, por apresentarem elevado caráter metálico, são pobres condutores de eletricidade e encontram-se no estado líquido à temperatura ambiente.

- 18.** (UEG-GO) Na figura a seguir, podem ser observados os valores de energia de ionização para os primeiros quatro elétrons retirados dos elementos A, B, C, D e E.



Com base nessas informações e na figura anterior, é correto afirmar:

- A) O elemento A possui número atômico e raio atômico, respectivamente, maior e menor quando comparado ao elemento D.
- B) Os elementos B e E apresentam propriedades químicas semelhantes, pois pertencem ao mesmo período da tabela periódica.
- C) O elétron 1 do átomo B e o elétron 2 do átomo E apresentam números quânticos principal, azimutal e magnético idênticos.
- D) É impossível que o elemento C seja o formador de um óxido responsável pelo fenômeno das chuvas ácidas.

- 19.** (UFMG / Adaptado) Os metais alcalinos, ao reagirem com água, produzem soluções dos respectivos hidróxidos e gás hidrogênio.

Esta tabela apresenta os dados termoquímicos que permitem a obtenção das equações das reações globais e seus respectivos ΔH :

Etapa	Processo	$\Delta H / (\text{kJ.mol}^{-1})$		
		Li	Na	K
I	$M_{(s)} \rightarrow M_{(g)}$	+156	+107	+89
II	$M_{(g)} \rightarrow M^+_{(g)} + e^-$	+519	+502	+425
III	$M^+_{(g)} \rightarrow M^+_{(aq)}$	-957	-849	-767
IV	$H_2O_{(l)} + e^- \rightarrow OH^-_{(aq)} + \frac{1}{2}H_{2(g)}$	+56	+56	+56

Considerando a estrutura eletrônica dos átomos dos três elementos representados na tabela, justifique por que o potássio tem o menor ΔH na etapa II.

- 20.** (UFMG-PB) A previsão da tendência de variação de algumas propriedades dos elementos químicos pode ser feita com base na Lei da Periodicidade de Moseley. Considerando essa lei, assinale as afirmativas a seguir com V (verdadeira) e F (falsa).

- () O número de massa dos átomos tende a diminuir com o aumento do número atômico para todos os elementos.
- () A configuração eletrônica ns^1 na camada de valência do primeiro grupo se repete do primeiro para o segundo período.
- () A configuração eletrônica ns^1 na camada de valência não se repete do primeiro para o segundo grupo.
- () A tendência de diminuição do raio atômico com o aumento do número atômico se repete no segundo e no terceiro período.
- () A tendência de aumento do raio atômico com o aumento do número atômico se repete no primeiro e no segundo grupo.

Entre as alternativas, assinale aquela que está correta.

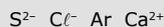
- A) F V V V V
- B) F F V V V
- C) F F F V V
- D) V F F F V
- E) V V F F F

21. (CMMG) Os conceitos de energia de ionização, de afinidade eletrônica, de raio e de entalpia de formação aplicam-se a qualquer espécie química. Com relação às espécies gasosas Cl^- , Ar , K^+ e Ca^{2+} , a afirmativa correta é:

- A) O menor raio é o do $\text{Ar}_{(g)}$.
 B) A maior energia de ionização é a do $\text{K}^+_{(g)}$.
 C) A maior afinidade eletrônica, em módulo, é a do $\text{Ca}^{2+}_{(g)}$.
 D) A menor entalpia padrão de formação, em módulo, é a do $\text{Cl}^-_{(g)}$.

GABARITO

01. D
 02. C
 03. B
 04. A) Espécies isoeletrônicas em ordem decrescente de raio:



- B) S^{2-} . Quanto maior o raio, maior a facilidade de retirar o elétron mais externo, já que este é o de maior energia.
 05. D
 06. C
 07. D
 08. Gráfico I: Enxofre. O elemento deve possuir 6 elétrons em sua camada de valência, já que há uma descontinuidade entre a 6ª e a 7ª energia de ionização, indicando uma mudança de nível de energia.

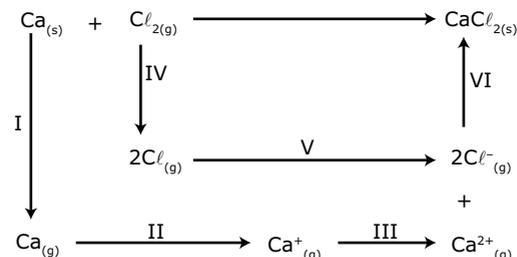
Gráfico II: Grupo 17 (VII A)

09. C
 10. C
 11. C
 12. C
 13. A
 14. C
 15. C
 16. D
 17. C
 18. D
 19. Entre os três elementos representados na tabela, o potássio é o que apresenta maior número de elétrons e, portanto, maior número de níveis de energia. Conseqüentemente, apresenta maior distância média entre o elétron de valência e o núcleo. Dessa forma, o elétron a ser retirado do átomo de potássio possui maior energia total em relação àquele do sódio e do lítio, requerendo menor energia de ionização.
 20. A
 21. C

MÓDULO 07

LIGAÇÕES IÔNICAS

01. O ciclo a seguir apresenta as etapas da formação de um sólido iônico a partir de seus elementos:



Qual a afirmativa incorreta?

- A) As etapas V e VI envolvem liberação de energia.
 B) A etapa II envolve absorção de energia.
 C) A etapa III libera mais energia do que a etapa II.
 D) As etapas I e IV envolvem absorção de energia.
 02. (UFC-CE) A energia de rede (U) para um composto iônico MX pode ser definida como a energia necessária para ocorrer a seguinte reação:
- $$\text{MX}_{(s)} \rightarrow \text{M}^+_{(g)} + \text{X}^-_{(g)}$$
- Considere os seguintes compostos: NaF , NaCl , CaF_2 , CaCl_2 , LiF e LiCl . Com base nas informações, assinale a alternativa correta.
- A) Todos os compostos apresentados são espécies apolares.
 B) A temperatura de fusão do LiCl é maior que a temperatura de fusão do LiF .
 C) A temperatura de fusão do NaF é menor que a temperatura de fusão do NaCl .
 D) O módulo da energia de rede do LiCl é maior que o módulo da energia de rede do LiF .
 E) O módulo da energia de rede do CaF_2 é maior que o módulo da energia de rede do CaCl_2 .

03. (UEL-PR) Por meio da configuração eletrônica dos átomos dos elementos químicos, é possível caracterizar algumas de suas propriedades. Considere as configurações eletrônicas dos átomos, em seu estado fundamental, dos seguintes elementos químicos:
- Elemento X = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
 Elemento Y = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
 Elemento W = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
 Elemento Z = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

Em relação aos dados apresentados, é correto afirmar:

- A) Entre os átomos apresentados, o átomo X apresenta a menor energia de ionização.
 B) O ganho de um elétron pelo átomo Y ocorre com absorção de energia.
 C) O átomo Y tem maior raio que o átomo X.
 D) O íon Z^+ é isoeletrônico ao íon W^- .
 E) A ligação química entre o átomo X e o átomo Y é do tipo eletrostática.

- 04.** (UFRGS-RS) Considere as espécies químicas cujas fórmulas estão a seguir:
1. HBr
 2. BaO
 3. CaCl_2
 4. SiO_2
 5. B_2O_3
- Quais delas apresentam ligação tipicamente iônica?
- A) Apenas 1 e 2.
 - B) Apenas 1 e 3.
 - C) Apenas 2 e 3.
 - D) Apenas 2, 4 e 5.
 - E) Apenas 3, 4 e 5.
- 05.** (UFAL) A pólvora negra é constituída de uma mistura de 75% de nitrato de potássio, também conhecido como salitre, 15% de carvão, carbono principalmente, e 10% de enxofre. Sobre essas substâncias, pode-se afirmar que ligações iônicas ocorrem no
- A) salitre, somente.
 - B) enxofre, somente.
 - C) carbono, somente.
 - D) salitre e no enxofre, somente.
 - E) enxofre, no carbono e no salitre.
- 06.** (PUCPR) Considerando os elementos ${}_{20}\text{A}$ e ${}_{17}\text{B}$ e suas respectivas posições na tabela periódica, analise as afirmativas.
- I. Ambos podem ser considerados metais de transição.
 - II. A é mais eletronegativo que B.
 - III. O potencial de ionização de A é menor que o de B.
 - IV. B tem tendência de ganhar elétrons.
 - V. A substância formada por A e B tem elevado ponto de fusão em função do reticulado cristalino formado.
- Estão corretas
- A) II, III e V.
 - B) II, III e IV.
 - C) I, II e IV.
 - D) III, IV e V.
 - E) I, IV e V.
- 07.** (UFU-MG) Têm-se dois elementos químicos com números atômicos iguais a 9 e 20, respectivamente. Pede-se
- A) o nome da(s) família(s) a que pertence(m) esses elementos.
 - B) a fórmula do composto, obtido pela reação direta entre esses elementos.
 - C) Sabendo-se que o ponto de fusão do composto formado no item B é de $1\,423\text{ }^\circ\text{C}$, qual o tipo de ligação existente entre os elementos nesse composto? Qual o nome do composto obtido?
- 08.** (Cesgranrio) Um elemento E tem, na sua camada de valência, a configuração $4s^2 4p^4$. Sobre o elemento E, é falso afirmar que
- A) pertence à família dos calcogênios na tabela periódica.
 - B) está localizado no quarto período, grupo VIA da tabela periódica.
 - C) é um elemento representativo na classificação periódica.
 - D) tende a receber 2 elétrons e formar o íon E^{2-} .
 - E) forma com elementos X do grupo IA compostos iônicos de fórmula XE_2 .
- 09.** (Mackenzie-SP) O magnésio, o cálcio e o potássio podem apresentar-se sob a forma de cloretos (Cl^-), nitratos (NO_3^-) e hidrogenofosfatos (HPO_4^{2-}).
A alternativa que contém fórmulas corretas é:
- Dado:** Ca e Mg (família dos metais alcalinoterrosos)
K (família dos metais alcalinos)
- A) MgCl e KCl
 - B) KNO_3 e $\text{Ca}(\text{HPO}_4)_2$
 - C) MgCl_2 e CaHPO_4
 - D) Ca_2HPO_4 e MgNO_3
 - E) MgHPO_4 e K_2NO_3
- 10.** (UEG-GO) Dadas as configurações eletrônicas fundamentais de três átomos neutros, responda ao que se pede.
- A = $1s^2 2s^2 2p^6$
B = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
C = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
- A) Qual apresenta maior energia de ionização? Explique sua resposta.
 - B) Qual a fórmula resultante da combinação de B e C? O composto formado é de natureza iônica ou molecular? Explique sua resposta.

- 11.** (UFAM) Considere a distribuição eletrônica geral por níveis de energia, e demais informações, dos quatro elementos químicos, X, Y, Z e T, a seguir:

X: 2, 8, 8, 2, 0, 0; estado de oxidação principal: 2.

Y: 2, 8, 15, 2, 0, 0; estados de oxidação principal: 2, 3.

Z: 2, 8, 18, 7, 0, 0; estado de oxidação principal: 1-.

T: 2, 8, 18, 20, 8, 2; estados de oxidação principal: 3, 4.

A alternativa que apresenta somente compostos possíveis de serem formados com os elementos X, Y, Z e T é

- A) XZ_2 , TZ_4 , YZ_3 , XZ .
 B) XZ_2 , TZ_4 , YZ_2 , TZ_3 .
 C) ZX_2 , ZT_4 , T_2 , ZT_3 .
 D) X_3Z , TZ_4 , YZ_3 , TZ_3 .
 E) ZX_2 , Z_2T , YT_3 , T_3 .
- 12.** (PUC RS) Sobre os elementos químicos genéricos X e Y, que apresentam as distribuições eletrônicas
- $$X = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$$
- $$Y = 1s^2 2s^2 2p^4$$
- é correto afirmar que
- A) X forma íon de carga 2-.
 B) Y forma íon de carga 4+.
 C) X é um metal do grupo 4 na tabela periódica.
 D) o composto resultante da reação entre X e Y pode ter fórmula X_2Y .
 E) o composto formado por X e Y, ao reagir com água, forma uma base.

GABARITO

01. C
 02. E
 03. E
 04. C
 05. A
 06. D
 07. A) Halogênios e metais alcalinoterrosos, respectivamente.
 B) CaF_2
 C) Ligação iônica. Fluoreto de cálcio.
 08. E
 09. C
 10. A) A, já que apresenta maior atração nuclear sobre os elétrons de valência.
 B) BC, predominantemente iônica, uma vez que se trata de um metal de baixa energia de ionização e de um ametal de alta afinidade eletrônica.
 11. B
 12. E

MÓDULO 08

LIGAÇÕES METÁLICAS

- 01.** (CEETEPS-SP) Um químico recebeu três amostras sólidas (X, Y, Z) e, após alguns testes, obteve os seguintes resultados:

I. X conduziu eletricidade no estado sólido.

II. Y não conduziu eletricidade no estado sólido, mas conduziu no estado líquido.

III. Z não conduziu eletricidade no estado sólido nem no estado líquido.

Analisando os resultados obtidos, é correto afirmar que X, Y e Z são, respectivamente,

- A) composto iônico, composto molecular, metal.
 B) metal, composto iônico, composto molecular.
 C) composto iônico, metal, composto molecular.
 D) composto molecular, metal, composto iônico.
 E) metal, composto molecular, composto iônico.
- 02.** (PUC RS) A condutibilidade elétrica do cobre pode ser explicada pelo fato de
- A) ser sólido à temperatura ambiente (25 °C).
 B) formar um aglomerado molecular.
 C) ocorrer ruptura das suas ligações iônicas.
 D) existirem prótons livres entre seus átomos.
 E) existirem elétrons livres entre seus cátions.

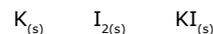
- 03.** Julgue os itens.

() Quando átomos de metal se unem por ligação metálica, eles passam a ficar com o octeto completo.

() Num retículo cristalino metálico, os átomos podem estar unidos por ligações iônicas ou covalentes.

() Metais são bons condutores de corrente elétrica, pois apresentam elétrons livres.

- 04.** (UFU-MG) Considerando as substâncias sólidas a seguir, responda.



- A) Quais são as partículas constituintes desses sólidos e qual é o tipo de ligação ou interação existente entre elas?
 B) Entre essas substâncias, qual(is) conduz(em) corrente elétrica? Explique sua resposta.

05. (UNIRIO-RJ) Os metais têm condutibilidade elétrica muitas ordens de grandeza maior que os ametais típicos, sendo os únicos bons condutores de corrente elétrica na fase sólida. Por exemplo, o cobre, um dos melhores condutores metálicos, é usado extensivamente na fabricação de condutores elétricos. Justifique a alta condutividade térmica e elétrica do cobre, considerando o tipo de ligação química.

06. (UPE) A boa condutividade térmica dos metais é atribuída aos "elétrons livres". Quando aquecemos uma dada região de uma peça metálica, os elétrons

- A) deslocam-se rapidamente, através do metal, transferindo energia aos átomos de regiões mais frias.
- B) entram em subníveis de maior energia, facilitando a formação de estruturas cristalinas mais complexas.
- C) dirigem-se para as regiões mais internas, ocupando, preferencialmente, os orbitais dos tipos d e f.
- D) ficam impossibilitados de se movimentarem, diminuindo a eletropositividade dos átomos.
- E) são ejetados da peça metálica com altíssimas velocidades, diminuindo a eletronegatividade dos átomos periféricos.

07. (PUC-SP) Cobre e zinco são metais de larga utilização na sociedade moderna.

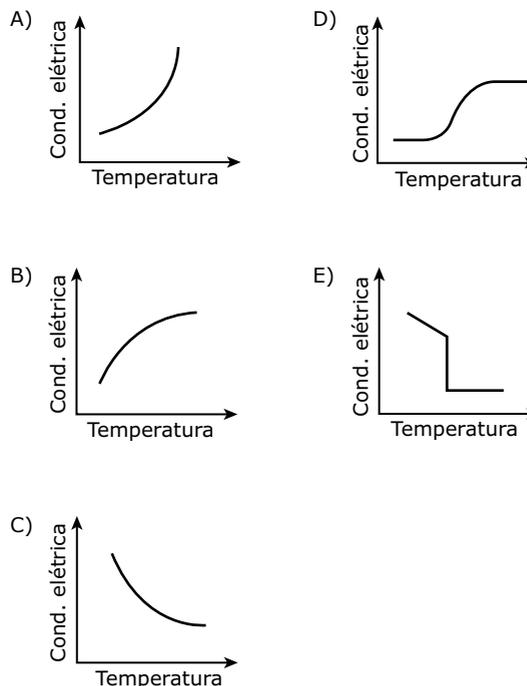
O cobre é um metal avermelhado, bastante maleável e dúctil. É amplamente empregado na fiação elétrica, devido à sua alta condutividade. É também encontrado em tubulações de água, devido à sua baixa reatividade (é um metal nobre), além de diversas ligas metálicas, sendo o bronze a mais conhecida. Apresenta densidade de $8,96 \text{ g.cm}^{-3}$, a $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

O zinco é um metal cinza bastante reativo. É utilizado como revestimento de peças de aço e ferro, protegendo-as da corrosão. Esse metal encontra grande aplicação na indústria de pilhas secas em que é utilizado como ânodo (polo negativo). Sua densidade é de $7,14 \text{ g.cm}^{-3}$, a $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Pode-se afirmar que a diferença dos valores de densidade entre esses dois metais é melhor explicada

- A) pela maior reatividade do zinco em relação ao cobre.
- B) pela diferença do raio atômico do cobre em relação ao zinco, com o átomo de cobre apresentando tamanho muito menor do que o de zinco.
- C) pela diferença de massa atômica do cobre em relação ao zinco, com o zinco apresentando massa bem maior.
- D) pelo posicionamento do zinco na tabela periódica, no período imediatamente posterior ao cobre.
- E) pelo diferente arranjo cristalino apresentado pelos dois metais: o cobre tem os seus átomos mais empacotados, restando menos espaços vazios entre eles.

08. (ITA-SP) Qual das opções a seguir apresenta o gráfico que mostra, esquematicamente, a variação da condutividade elétrica de um metal sólido com a temperatura?



GABARITO

- 01. C
- 02. E
- 03. F F V
- 04. A) $K_{(s)} \rightarrow$ Ligação metálica. Átomos.
 $I_{2(s)} \rightarrow$ Interações intermoleculares do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido. Moléculas.
 $KI_{(s)} \rightarrow$ Ligação iônica. Íons.
- B) Entre as substâncias sólidas apresentadas, a única condutora de corrente elétrica é o $K_{(s)}$. Isso ocorre porque o potássio é um metal e, portanto, possui elétrons livres para a condução.
- 05. Considerando o tipo de ligação química entre os metais, ligação metálica, explica-se a alta condutividade térmica e elétrica do cobre pela presença de elétrons livres em sua estrutura.
- 06. A
- 07. E
- 08. C

Caderno Extra

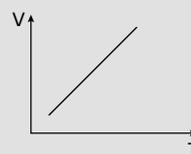
MÓDULO 05

ESTUDO FÍSICO DOS GASES I

- 01.** Quanto à Teoria Cinética dos Gases, é incorreto dizer que as partículas gasosas
- são animadas.
 - atraem-se muito pouco.
 - têm movimento livre, desordenado e perpétuo.
 - ocupam um espaço considerável do volume gasoso.
 - podem ter velocidades diferentes num dado instante.
- 02.** (UFC-CE) Acidentes com botijões de gás de cozinha são noticiados com bastante frequência. Alguns deles ocorrem devido às más condições de industrialização (botijões defeituosos), e outros por uso inadequado. Entre estes últimos, um dos mais conhecidos é o armazenamento dos botijões em locais muito quentes.
- Nessas condições, e assumindo a lei dos gases ideais, é correto afirmar que
- a pressão dos gases aumenta e seu número de mols diminui.
 - a pressão dos gases diminui e seu número de mols diminui.
 - o número de mols permanece constante e a pressão aumenta.
 - a pressão e o número de mols dos gases aumentam.
 - a pressão e o número de mols dos gases não são afetados pelo aumento de temperatura.
- 03.** Usando os conceitos relacionados ao estudo dos gases, podemos afirmar corretamente que
- através da Lei de Boyle, é possível comprovar que, a uma temperatura constante, o volume ocupado por uma massa fixa de um gás é diretamente proporcional à pressão.
 - de acordo com a Teoria Cinética dos Gases, um gás é formado por partículas em constante movimento e, em um gás ideal, não há atração nem repulsão entre essas partículas.
 - pela Lei de Charles, para transformações isobáricas, o volume de um gás é inversamente proporcional à temperatura absoluta.
 - pela Lei de Gay-Lussac, proposta em 1802, quando uma massa variável de um gás sofre transformação isocórica, a pressão do gás será diretamente proporcional à temperatura absoluta do sistema.
 - pela Hipótese de Avogadro, gases diferentes, nas mesmas condições de volume, de pressão e de temperatura, sempre apresentarão diferentes números de moléculas.
- 04.** (UFMG) Um balão de borracha, como os usados em festas de aniversário, foi conectado a um tubo de ensaio, que foi submetido a aquecimento. Observou-se, então, que o balão aumentou de volume. Considerando-se essas informações, é correto afirmar que o aquecimento
- diminui a densidade do gás presente no tubo.
 - transfere todo o gás do tubo para o balão.
 - aumenta o tamanho das moléculas de gás.
 - aumenta a massa das moléculas de gás.
- 05.** Um aluno, na aula de Ciências, realiza o seguinte experimento:
- Em uma seringa, coloca ar até o volume de 20 cm³, num dia em que a temperatura é de 27 °C e a pressão é de 760 mmHg. Aperta-se o êmbolo da seringa, sem alterar a temperatura, reduzindo o volume a 5 cm³. Com relação ao experimento desenvolvido pelo aluno, assinale a alternativa incorreta.
- A nova pressão a que o gás se encontra submetido é de 3 040 mmHg.
 - Esse processo é isotérmico.
 - A energia cinética média das moléculas que formam o ar dobra durante o processo.
 - Após a contração de volume, a densidade do gás aumenta.
- 06.** (Mackenzie-SP) 40 litros de H₂ a 30 °C exercem uma pressão de 3 atm. Qual a pressão exercida pela mesma massa de gás se seu volume dobrar e a temperatura diminuir pela metade, na escala Celsius?
- 1,2 atm
 - 1,4 atm
 - 0,7 atm
 - 6,3 atm
 - 0,4 atm
- 07.** (UFES) O volume V de um gás ideal é diretamente proporcional à sua temperatura absoluta, medida em Kelvin, representada por K. Se V = 1 500 cm³ quando T = 300 K, qual será a temperatura quando o volume for 2 500 cm³? Qual será o volume quando a temperatura for 200 K? Esboce um gráfico que represente a relação entre V e T.

GABARITO

01. D 03. B 05. C
 02. C 04. A 06. B
 07. Temperatura: 500 K; Volume: 1 000 cm³



MÓDULO 06

ESTUDO FÍSICO DOS GASES II

01. (FMTM-MG) O GLP, gás liquefeito de petróleo, constituído por uma mistura de butano e propano, é um gás de grande utilização doméstica. Considere um recipiente fechado de 41 litros, contendo uma mistura de butano e propano a 127 °C, exercendo uma pressão de 2 atm. Sabendo-se que a mistura de gases contém 58 g de butano, a composição percentual em mol de butano e propano, nessa mistura, é de, respectivamente,

Dados: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$;

Massas molares ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$): $\text{C}_3\text{H}_8 = 44$ e $\text{C}_4\text{H}_{10} = 58$;

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

- A) 20% e 80%.
- B) 40% e 60%.
- C) 50% e 50%.
- D) 60% e 40%.
- E) 80% e 20%.

02. (Unicamp-SP) Os gêiseres são um tipo de atividade vulcânica que impressiona pela beleza e imponência do espetáculo. A expulsão intermitente de água em jatos na forma de chafariz é provocada pela súbita expansão de água profunda, superaquecida, submetida à pressão de colunas de água que chegam até à superfície. Quando a pressão da água profunda supera a da coluna de água, há uma súbita expansão, formando-se o chafariz até a exaustão completa, quando o ciclo recomeça.

- A) Se a água profunda estiver a 300 °C e sua densidade for $0,78 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, qual será a pressão (em atmosferas) de equilíbrio dessa água supondo-se comportamento de gás ideal? $R = 82 \text{ atm}\cdot\text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.
- B) Nas imediações dos gêiseres, há belíssimos depósitos de sais inorgânicos sólidos que se formam a partir da água que aflora das profundezas. Dê dois motivos que justifiquem tal ocorrência.

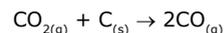
03. (UFRGS-RS) Recentemente, identificou-se um aumento da concentração de metanal (formaldeído) no ar da cidade do Rio de Janeiro, possivelmente ocasionado por combustão incompleta em motores de automóveis adaptados para uso de gás natural. Admita que o gás natural seja constituído exclusivamente por metano e que, durante o processo de combustão, 1% dessa substância se converta apenas em formaldeído e água.

Determine a massa, em gramas, de metanal (CH_2O) formado quando todo o metano (CH_4), originalmente contido em um tanque de 82 L, à temperatura de 300 K e pressão de 150 atm, sofre combustão. Admita que o metano armazenado no tanque se comporte como um gás ideal.

04. (UNESP) O clorato de potássio (KClO_3) pode ser utilizado para a produção de oxigênio em laboratório. Quando aquecido na presença de um catalisador, o clorato se decompõe produzindo, além do gás desejado, cloreto de potássio (KCl). O volume de oxigênio, medido nas CNTP ($T = 273 \text{ K}$ e $p = 1 \text{ atm}$, com $R = 0,082 \text{ L}\cdot\text{atm}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$), produzido quando um mol do clorato é consumido, é de

- A) 67,2 L.
- B) 56,0 L.
- C) 44,8 L.
- D) 39,2 L.
- E) 33,6 L.

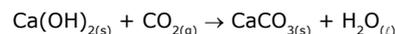
05. (UFAL) Carbono em brasa reduz o dióxido de carbono a monóxido de carbono:



Admitindo que o rendimento dessa transformação seja da ordem de 20%, em mols, 10 litros de dióxido de carbono (nas condições ambiente de temperatura e pressão) produzirão, nas mesmas condições de temperatura e pressão, quantos litros de monóxido de carbono?

- A) 1,0 litro
- B) 2,0 litros
- C) 4,0 litros
- D) 10 litros
- E) 20 litros

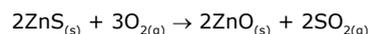
06. (UFV-MG) Rachaduras em concretos podem ter variadas causas. Uma delas é a reação do CO_2 atmosférico com o hidróxido de cálcio [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] presente no concreto, produzindo carbonato de cálcio e água. Essa reação altera o pH do sistema e aumenta a possibilidade de corrosão do aço usado na sustentação do concreto.



Sabendo que a constante dos gases ideais (R) é igual a $0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, o volume de CO_2 (a 300 K e 1,0 atm) que reage completamente com 2,0 mol de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ é

- A) 22,4 L.
- B) 44,8 L.
- C) 49,2 L.
- D) 4,0 L.
- E) 2,0 L.

07. (UFC-CE) A 0 °C e 1 atm, 19,5 g de sulfeto de zinco puro reagem estequiometricamente com oxigênio, de acordo com a reação:



Assumindo comportamento ideal, o volume (em L) de SO_2 gerado será de, aproximadamente,

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

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

08. (UFRJ) Em um recipiente fechado, foram colocados 2 mol de $\text{N}_{2(\text{g})}$, 4 mol de $\text{O}_{2(\text{g})}$ e 4 mol de $\text{H}_{2(\text{g})}$ sem reagirem entre si. Sabendo que o volume total ocupado foi de 22,0 L e que a temperatura foi mantida a 0 °C, calcule

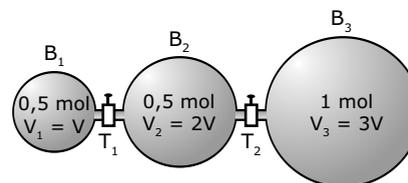
- A) a fração molar de cada componente.
- B) a pressão total exercida pela mistura.

- 09.** (Unicamp-SP) 1,0 litro de nitrogênio líquido, $N_{2(l)}$, foi colocado em um recipiente de 30,0 litros, que foi imediatamente fechado. Após a vaporização do nitrogênio líquido, a temperatura do sistema era 27 °C.

Dados: Densidade do $N_{2(l)}$ a -196 °C = 0,81 g.cm⁻³; Massa molar do N_2 = 28 g.mol⁻¹; R = 0,082 atm.L.K⁻¹.mol⁻¹

- A) Qual foi a massa de nitrogênio colocada no recipiente?
 B) Qual será a pressão final dentro do recipiente? Considere que a pressão do ar originalmente presente no recipiente é de 1,0 atm.
- 10.** (FUVEST-SP) Na câmara de explosão de um motor, uma mistura gasosa de octano e ar, na proporção de 4 para 276 volumes, respectivamente, é submetida a uma pressão de 28 atm antes de reagir sob a ação de faísca. Calcule a pressão parcial do oxigênio nessa mistura. Considere que o ar atmosférico contém 20% em mols de oxigênio.
- 11.** Considere os gases NH_3 e CO_2 nas mesmas condições de pressão e temperatura. Podemos afirmar corretamente que a relação entre as velocidades de difusão desses gases, $v(NH_3)/v(CO_2)$, é igual a
- Dados:** Massas molares: C = 12 g.mol⁻¹; O = 16 g.mol⁻¹; N = 14 g.mol⁻¹; H = 1 g.mol⁻¹.
- A) 2,0. D) 0,6.
 B) 1,6. E) 1,0.
 C) 1,4.
- 12.** (UEL-PR) Os gases do estômago, responsáveis pelo arrotto, apresentam composição semelhante à do ar que respiramos: nitrogênio, oxigênio, hidrogênio e dióxido de carbono. Nos gases intestinais, produzidos no intestino grosso pela decomposição dos alimentos, encontra-se também o gás metano. Considerando cada gás individualmente, qual seria a ordem esperada de liberação destes para o ambiente, em termos de suas velocidades médias de difusão no ar?
- A) $N_2, O_2, CO_2, H_2, CH_4$ D) $CO_2, O_2, N_2, H_2, CH_4$
 B) $H_2, N_2, O_2, CH_4, CO_2$ E) $CH_4, CO_2, N_2, O_2, H_2$
 C) $H_2, CH_4, N_2, O_2, CO_2$
- 13.** Certo volume de gás hidrogênio demora 30 minutos para atravessar uma parede porosa. Qual o tempo empregado pelo mesmo volume de oxigênio na travessia da mesma parede nas mesmas condições de pressão e temperatura?
- Dados:** Massas atômicas: H = 1 u; O = 16 u
- 14.** (FCC-BA) O gás metano começa a escapar por um pequeno orifício com a velocidade de 36 mL.min⁻¹. Se o mesmo recipiente, nas mesmas condições, contivesse brometo de hidrogênio, qual seria a velocidade inicial de escape pelo mesmo orifício em mL.min⁻¹?
- Dados:** H = 1 u; C = 12 u; Br = 80 u
- A) $\frac{9}{4 \cdot 36}$ D) $\frac{81}{16 \cdot 36}$
 B) $\frac{4 \cdot 6}{9}$ E) $\frac{4 \cdot 36}{9}$
 C) $\frac{16 \cdot 36}{81}$

- 15.** (UFV-MG) A figura a seguir mostra um sistema de três balões de vidro contendo gás nitrogênio (N_2) nas quantidades e nos volumes indicados. Esses balões são interligados por meio das torneiras T_1 e T_2 , inicialmente fechadas.



Considerando que o N_2 comporta-se como um gás ideal e que a temperatura nos três balões é a mesma e permanece constante, analise as seguintes afirmativas:

- I. A pressão em B_1 é igual à pressão em B_2 .
 II. Os produtos p_1V_1 , p_2V_2 e p_3V_3 são iguais entre si.
 III. Se apenas a torneira T_1 for aberta, a pressão em B_2 ficará igual à pressão em B_3 .
 IV. Se apenas a torneira T_2 for aberta, haverá difusão do gás de B_3 para B_2 .
 V. Se as torneiras T_1 e T_2 forem abertas, o número de mols em B_1 continuará sendo igual a 0,5.

Assinale a alternativa correta.

- A) Apenas as afirmativas II, IV e V são verdadeiras.
 B) Apenas as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
 C) Apenas as afirmativas III e IV são verdadeiras.
 D) Apenas as afirmativas I, II, IV e V são verdadeiras.
 E) Todas as afirmativas são verdadeiras.

- 16.** (FGV-SP) Até a profundidade de 30 m, mergulhadores utilizam ar comprimido, constituído de, aproximadamente, 80% de N_2 e 20% de O_2 em volume. Quando um mergulhador está a 10 m de profundidade no mar, para garantir sua respiração, o ar deve ser fornecido a uma pressão de 2 atm.

Considere as seguintes afirmações:

- I. A densidade do ar respirado pelo mergulhador a 10 m de profundidade é igual à do ar na superfície do mar.
 II. As pressões parciais de N_2 e O_2 no ar comprimido respirado a 10 m de profundidade são iguais a 1,6 atm e 0,4 atm, respectivamente.
 III. Em temperaturas iguais, as quantidades de moléculas de N_2 contidas em iguais volumes de ar comprimido são maiores quanto maiores forem as pressões.

Está correto o que se afirma em

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

17. (FEI-SP) Relativamente a 100 g de uma mistura gasosa que contém 64% de O_2 e 36% de H_2 em massa, a 27 °C e 1 atm, assinale a alternativa correta.

Dados: Massas atômicas: $O = 16$ u; $H = 1$ u;
 $R = 0,082$ atm.L.mol⁻¹.K⁻¹

- A) A mistura ocupa um volume de 72,35 L.
- B) A mistura apresenta composição molar 10% de O_2 e 90% de H_2 .
- C) A massa molecular média da mistura é 34.
- D) A pressão parcial do O_2 na mistura é 0,64 atm.
- E) O número de mols da mistura é 2,94.

18. (UNESP) A maior parte dos mergulhos recreativos é realizada no mar, utilizando cilindros de ar comprimido para a respiração. Sabe-se que

- I. o ar comprimido é composto por aproximadamente 20% de O_2 e 80% de N_2 em volume.
- II. a cada 10 metros de profundidade, a pressão aumenta 1 atm.
- III. a pressão total a que o mergulhador está submetido é igual à soma da pressão atmosférica mais a da coluna de água.
- IV. para que seja possível a respiração debaixo d'água, o ar deve ser fornecido à mesma pressão a que o mergulhador está submetido.
- V. em pressões parciais de O_2 acima de 1,2 atm, o O_2 tem efeito tóxico, podendo levar à convulsão e à morte.

A profundidade máxima em que o mergulho pode ser realizado empregando ar comprimido, sem que seja ultrapassada a pressão parcial máxima de O_2 , é igual a

- A) 12 metros.
- B) 20 metros.
- C) 30 metros.
- D) 40 metros.
- E) 50 metros.

19. (UFPI) Em águas naturais, sobretudo as de superfície, são encontrados gases dissolvidos, como O_2 , CO_2 e H_2S . Analise as afirmativas a seguir e marque a alternativa correta.

- A) A difusão desses gases em água aumenta com o decréscimo da temperatura.
- B) Nas mesmas condições, as velocidades de difusão dos gases são iguais.
- C) Supondo esses gases ideais, com mesma fração molar, o CO_2 exercerá maior pressão parcial.
- D) A solubilidade do gás depende da temperatura, mas não depende da pressão.
- E) A difusão de um gás em água depende da concentração, em temperatura e pressão constantes.

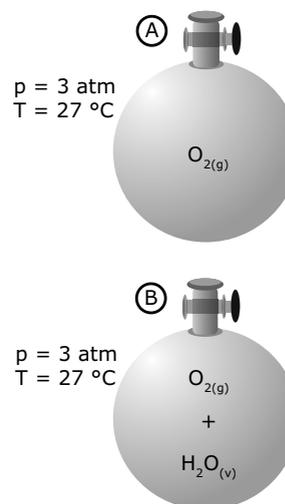
20. (UNESP) Dois maçaricos, 1 e 2, operando sob as mesmas condições de fluxo dos gases, com as pressões mostradas na tabela a seguir, são utilizados para a produção de calor na execução de corte e solda em peças metálicas.

Maçarico	Gases na mistura	Pressão parcial relativa do gás na mistura
1	Acetileno (C_2H_2) Oxigênio (O_2)	1/4 p 3/4 p
2	Acetileno (C_2H_2) Ar (20% de O_2 e 80% de N_2)	1/4 p 3/4 p

Nessas condições de operação, observa-se que a temperatura da chama do maçarico 1 é maior do que a do maçarico 2. Essa diferença nas temperaturas das chamas dos dois maçaricos ocorre, pois

- A) o N_2 presente na mistura gasosa do maçarico 2 reage preferencialmente com o acetileno, liberando menos calor que a reação deste com o O_2 .
- B) o N_2 presente na mistura gasosa do maçarico 2 reage preferencialmente com o oxigênio, liberando menos calor que a reação deste com o C_2H_2 .
- C) a entalpia de combustão do acetileno é menor na ausência de N_2 .
- D) a entalpia de combustão do acetileno é maior na ausência de N_2 .
- E) a pressão parcial do oxigênio no maçarico 1 é maior que no maçarico 2.

21. (UFRJ) As figuras a seguir mostram dois balões iguais e as condições de temperatura e pressão a que eles estão submetidos. O balão A contém 4,1 L de oxigênio puro, e o B contém uma mistura de oxigênio e vapor-d'água (oxigênio úmido).



- A) Quantas moléculas de oxigênio existem no balão A?
- B) Qual dos dois balões é o mais pesado? Justifique sua resposta.

22. Numa transformação gasosa, constatou-se que a energia cinética média das moléculas duplicou. Pergunta-se:
 A) Qual o aumento da temperatura absoluta do gás?
 B) Qual o aumento de velocidade média de suas moléculas?
23. Na mesma temperatura, um gás é quatro vezes mais denso que outro. Qual a relação entre suas velocidades de efusão?
24. Um gás está a 27 °C. A que temperatura a velocidade média de suas moléculas irá duplicar?

GABARITO

01. B
 02. A) 2 036,06 atm
 B) • Diminuição da temperatura da água ao entrar em contato com a atmosfera, fazendo com que a solubilidade de sais de dissolução endotérmica diminua.
 • Evaporação do solvente água, provocando cristalização dos solutos não voláteis, ou seja, os sais.
03. $m(\text{CHO}) = 150 \text{ g}$
 04. E
 05. C
 06. C
 07. D
 08. A) $x_{\text{N}_2} = 0,2$ $x_{\text{O}_2} = 0,4$ $x_{\text{H}_2} = 0,4$
 B) $p_{\text{total}} = 10,2 \text{ atm}$
09. A) $m(\text{N}_2) = 810 \text{ g}$ B) $p = 24,7 \text{ atm}$
 10. $p_{\text{O}_2} = 5,52 \text{ atm}$
 11. B
 12. C
 13. 2 horas
 14. E
 15. C
 16. D
 17. B
 18. E
 19. E
 20. E
 21. A) $3,0 \cdot 10^{23}$ moléculas de O_2
 B) O balão A. Os dois balões têm o mesmo número de moléculas, já que os gases contidos neles estão submetidos às mesmas condições de temperatura e pressão. No entanto, a molécula de H_2O é mais leve que a de O_2 . Dessa maneira, a massa de balão B que contém a mistura é menor que a massa do balão A, que contém O_2 puro.
22. A) A temperatura duplicou.
 B) A velocidade foi multiplicada por $\sqrt{2}$.
23. A velocidade de efusão desse gás é a metade da velocidade de efusão do outro.
24. 927 °C

MÓDULO 07

CÁLCULOS DE FÓRMULAS

01. (PUCPR) Está registrado na Bíblia, em Levíticos, que as folhas e galhos do salgueiro que nasce nos riachos são medicinais. Há 2 400 anos, Hipócrates já recomendava folhas de salgueiro para doenças e trabalhos de parto. Hoje, a aspirina – ácido acetilsalicílico – é a droga mais popular em todo o mundo. Estima-se que já tenham sido consumidos $1 \cdot 10^{12}$ tabletes de aspirina. A cada ano, 50 000 tabletes de aspirina são vendidos mundialmente – isto sem contar as outras formas como o AAS aparece no mercado, quer seja em outras marcas da aspirina ou, ainda, combinado com outros analgésicos, cafeína ou vitamina C.

Registrada sob a patente n. 36 433 de Berlim, em 1899, a aspirina superou gerações e continua sendo a droga mais utilizada no combate à dor – e a cada ano surgem mais indicações para esse fármaco.

Disponível em: www.qmcweb.org.

A aspirina tem 60% de carbono, 4,5% de hidrogênio e 35,5% de oxigênio. Determine sua fórmula empírica.

Dados: C = 12; H = 1; O = 16

- A) $\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_2$ C) $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_1$ E) $\text{C}_{18}\text{H}_{16}\text{O}_8$
 B) $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$ D) CHO

02. Em um composto, 1 g de hidrogênio combina-se com 32 g de enxofre e 64 g de oxigênio e sua massa molecular é 194. Qual sua fórmula molecular?

Dados: H = 1; O = 16; S = 32.

03. Em um óxido de enxofre, foram encontradas massas iguais de enxofre e oxigênio. Qual a fórmula molecular do composto?

Dados: S = 32; O = 16.

04. O aumento do consumo diário de ácido fólico, encontrado em folhas verdes, pode evitar anualmente 50 000 mortes por doenças vasculares. Como o estudo do ácido fólico mostrou que ele pode prevenir defeitos congênitos em recém-nascidos, o mesmo tem sido acrescentado em maiores quantidades a cereais. A deficiência do ácido fólico tem sido vinculada a defeitos congênitos no cérebro e na espinha e também a altos teores no sangue do aminoácido homocisteína, responsável por infartos e derrames cerebrais.

NEW ENGLAND JOURNAL OF MEDICINE, 09 abr. 1998.

Calcule a percentagem de nitrogênio na molécula de ácido fólico ($\text{C}_{19}\text{H}_{20}\text{N}_6\text{O}_5$).

05. (UFSM-RS) A fórmula molecular do ácido ascórbico (vitamina C) é $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$, então, esse composto apresenta
- I. 6% de C, 8% de H e 8% de O.
 II. fórmula mínima $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$.
 III. 3 g de C em 50 g do composto.
 Das proposições, está(ão) correta(s)
- A) apenas I. D) apenas II e III.
 B) apenas II. E) I, II e III.
 C) apenas I e III.

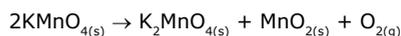
Quantas toneladas de óxido de magnésio são consumidas no tratamento de $9,6 \cdot 10^3$ toneladas de SO_2 ?

Dados: Massas molares: $\text{SO}_2 = 64 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

$\text{MgO} = 40 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

- A) $1,5 \cdot 10^2$ C) $1,0 \cdot 10^3$ E) $2,5 \cdot 10^4$
 B) $3,0 \cdot 10^2$ D) $6,0 \cdot 10^3$

- 03.** (UEPG-PR) Um método para a preparação controlada de oxigênio puro é a decomposição térmica de permanganato de potássio sob vácuo, conforme a equação:

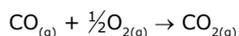


Dados: K = 39 u; Mn = 55 u; O = 16 u

Considere a decomposição completa de 2 mol de permanganato de potássio e assinale o que for correto.

01. A massa de $\text{KMnO}_{4(s)}$ decomposta é 158 g.
 02. A massa total dos produtos sólidos é 316 g.
 04. A quantidade de $\text{O}_{2(g)}$ produzida é 1 mol.
 08. As quantidades, em mol, do reagente e de cada um dos produtos são iguais.
 16. Nesta reação, ocorre redução dos átomos de manganês.
 Soma ()

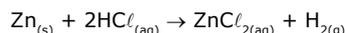
- 04.** (UFAM) A reação de combustão do monóxido de carbono é dada pela equação



Considere que esta reação ocorra em um sistema mantido nas CNTP e inicie-se a partir de seis litros de uma mistura estequiométrica de monóxido e oxigênio. Qual o volume total do sistema quando 50% do CO_2 tiver sido formado?

- A) 2,0 litros C) 3,0 litros E) 1,5 litro
 B) 5,0 litros D) 4,0 litros

- 05.** (UEM-PR) De acordo com a reação a seguir, qual é o volume aproximado de hidrogênio formado ao se reagirem 50 g de zinco com excesso de ácido clorídrico a uma pressão de 4,3 atm e temperatura de 150 °C?



Dados: R = 0,082 atm.L.mol⁻¹.K⁻¹

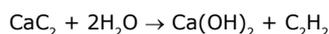
- A) 0,769 C) 22 E) 62,1
 B) 2,2 D) 6,2

- 06.** (FUVEST-SP) Na combustão de um mol de etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) a dióxido de carbono e água, ambos no estado gasoso, formam-se, a 1 atmosfera e 100 °C, os seguintes volumes de CO_2 e H_2O , em litros:

Dados: Volume molar dos gases a 100 °C e 1 atm = 30,6 L

- A) 15,3 e 30,6 D) 61,2 e 61,2
 B) 30,6 e 30,6 E) 61,2 e 91,8
 C) 30,6 e 61,2

- 07.** (Cesgranrio) Um funileiro usa um maçarico de acetileno para soldar uma panela. O gás acetileno é obtido na hora, através da seguinte reação química:



Qual a massa aproximada de carbureto de cálcio (CaC_2) necessária para obter 12,31 L de acetileno (C_2H_2) a 1 atm e 27 °C?

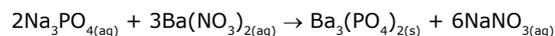
- A) 64 g C) 3,2 g E) 6,4 g
 B) 16 g D) 32 g

- 08.** (UEM-PR) Misturou-se uma solução aquosa que possui 8,00 g de hidróxido de sódio (dissolvido) com outra solução aquosa que possui 10,8 g de ácido sulfúrico (dissolvido). Após se completar a reação de neutralização, Responda:

Dados: Na = 23 u; O = 16 u; H = 1 u; S = 32 u

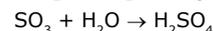
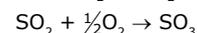
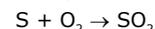
- A) Quantos gramas de sal foram produzidos?
 B) Quantos gramas de água foram produzidos?
 C) Quantos gramas sobrou do reagente em excesso?

- 09.** (UEM-PR) Considerando a reação a seguir, responda às questões A, B e C.



- A) Quais os nomes dos reagentes?
 B) Quantos gramas de $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_{2(s)}$ são formados quando se mistura uma solução contendo 3,28 g de $\text{Na}_3\text{PO}_{4(aq)}$ com uma solução contendo 7,83 g de $\text{Ba}(\text{NO}_3)_{2(s)}$?
 C) Se misturarmos quantidades de $\text{Na}_3\text{PO}_{4(aq)}$ e $\text{Ba}(\text{NO}_3)_{2(aq)}$ de modo a não haver sobras, ou seja, em proporção estequiométrica, e forem produzidos 2,04 kg de $\text{NaNO}_{3(aq)}$, qual será a quantidade de matéria produzida (em mol) de $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_{2(s)}$?

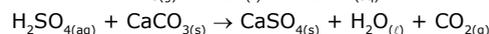
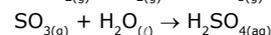
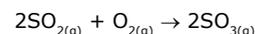
- 10.** (UERJ) Os combustíveis fósseis, como o carvão e o petróleo, apresentam impurezas, entre elas o enxofre, que em determinadas condições são oxidados e, em contato com a umidade do ar, transformam-se em ácido sulfúrico. Este último precipita sob a forma de "chuva ácida", causando sérios danos ao meio ambiente. Esses fenômenos estão representados pelas equações:



A massa de ácido sulfúrico formada com a queima total de 12,8 kg de carvão contendo 2,5% em massa de enxofre é igual a

- A) 0,32 kg. C) 0,98 kg. E) 1,32 kg.
 B) 0,64 kg. D) 1,28 kg.

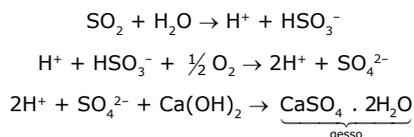
- 11.** (PUC RS) Um dos efeitos da chamada "chuva ácida" causada pelo $\text{SO}_{2(g)}$ lançado na atmosfera é a transformação do mármore, $\text{CaCO}_{3(s)}$, em gesso, $\text{CaSO}_{4(s)}$, que pode ser representado pelas seguintes equações:



A quantidade de gesso que pode ser formada, no máximo, pela reação de 44,8 litros de $\text{SO}_{2(g)}$ lançado na atmosfera, nas CNTP, é

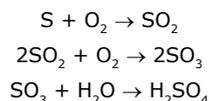
- A) 34 g. C) 136 g. E) 340 g.
 B) 68 g. D) 272 g.

- 12.** (UERJ) Uma das principais causas da poluição atmosférica é a queima de óleos e carvão, que libera para o ambiente gases sulfurados. A sequência reacional a seguir demonstra um procedimento moderno de eliminação de anidrido sulfuroso, que consiste em sua conversão a gesso.



Calcule a massa de gesso, em gramas, que pode ser obtida a partir de 192 g de anidrido sulfuroso, considerando um rendimento de 100% no processo de conversão.

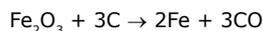
- 13.** (UFPA) Uma das formas de poluição de nossos dias é a chuva ácida. Ela provoca a destruição de monumentos históricos, como a Basílica de Nazaré em Belém, cuja fachada é revestida de mármore, através da corrosão provocada pelo ácido. A origem dessa forma de poluição encontra-se na queima de derivados de petróleo que contêm impurezas como o enxofre, e se processa segundo as reações:



Massas atômicas: S = 32; O = 16; H = 1

Considerando-se que em 100 mL de gasolina encontram-se 3,2 mg de enxofre, a quantidade (em gramas) de ácido sulfúrico formada pela queima desse volume de combustível será de

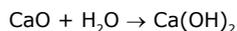
- A) 98. C) $98 \cdot 10^{-2}$. E) $98 \cdot 10^{-4}$.
B) $98 \cdot 10^{-1}$. D) $98 \cdot 10^{-3}$.
- 14.** (UFRGS-RS) Num experimento, 1 000 kg do minério hematita (Fe_2O_3 + impurezas refratárias) foram reduzidos com coque, em temperatura muito elevada, segundo a reação representada a seguir:



Supondo-se que a reação tenha sido completa, a massa de ferro puro obtida foi de 558 kg. Pode-se concluir que a porcentagem de pureza do minério é, aproximadamente, igual a

A) 35%. B) 40%. C) 55,8%. D) 70%. E) 80%.

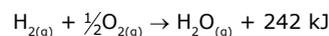
- 15.** (UCB-DF) Uma prática muito comum na agricultura é a utilização de cal virgem, na correção da acidez do solo a ser usado para o plantio. A cal virgem, jogada no solo, entra em contato com a água, produzindo a cal hidratada, de acordo com a equação a seguir:



Se, na correção de um solo ácido, foram utilizados 15 gramas de cal virgem, que apresenta 60%, em massa de CaO, a massa de cal hidratada obtida será de, aproximadamente,

A) 11,9 g. C) 19,5 g. E) 30,0 g.
B) 9,0 g. D) 0,1 g.

- 16.** (FEI-SP) A queima de 1 kg (1,1639 L) de certa gasolina libera 49 610 kJ. A equação de combustão do hidrogênio é

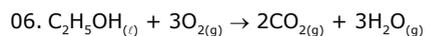
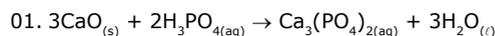


Mesmo considerando-se recipientes reforçados para mesma autonomia energética, os tanques para hidrogênio são mais volumosos. O número de vezes que a capacidade do reservatório de H_2 (referido às condições normais de temperatura e pressão) é maior em relação ao da gasolina é

- A) igual.
B) 4.
C) 40.
D) 400.
E) 4 000.

Instrução:

As equações a seguir não são fornecidas nos respectivos exercícios; caso necessite, utilize-as para a resolução. Contudo, recomendamos que você, inicialmente, tente construí-las a partir de informações contidas nos enunciados e apenas as consulte em caso de dúvidas.



GABARITO

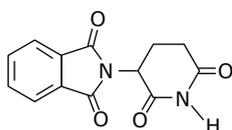
01. C
02. D
03. Soma = 20
04. B
05. D
06. E
07. D
08. A) 14,2 g de Na_2SO_4
B) 3,6 g de H_2O
C) 1 g de H_2SO_4
09. A) Fosfato de sódio e nitrato de bário.
B) 6,01 g de $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_{2(\text{s})}$
C) 4 mol de $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_{2(\text{s})}$
10. C
11. D
12. 516 g de gesso
13. E 14. E 15. A 16. E

Caderno Extra

MÓDULO 05

COMPOSTOS AROMÁTICOS

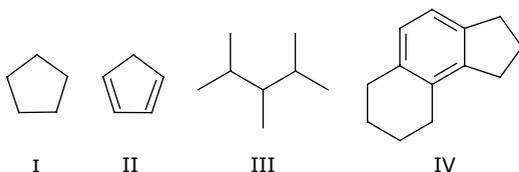
- 01.** (UFMG) A talidomida, substância causadora de deformações fetais, tem sido empregada no tratamento da hanseníase. Estuda-se sua possível utilização para combater as causas de um tipo de cegueira.



Talidomida

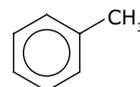
Com relação à molécula da talidomida, a afirmativa falsa é:

- A) Ela apresenta doze átomos de hidrogênio.
 - B) Ela apresenta grupos carbonila.
 - C) Ela apresenta um anel aromático.
 - D) Ela apresenta um átomo de carbono assimétrico.
 - E) Ela é tricíclica.
- 02.** (UNESP) O petróleo, a matéria-prima da indústria petroquímica, consiste principalmente de hidrocarbonetos, compostos contendo apenas carbono e hidrogênio na sua constituição molecular. Considerando os hidrocarbonetos I, II, III e IV:

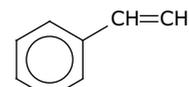


- A) Dê as fórmulas moleculares de cada composto.
- B) Rotule cada um dos compostos como alcano, alceno, alcino ou hidrocarboneto aromático.

- 03.** (UEM-PR) Considerando os compostos I e II, assinale a alternativa correta.

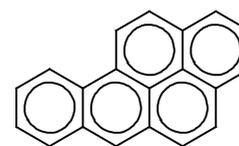


I (metilbenzeno)



II (feniletileno)

- A) O composto II não é aromático, pois possui 8 elétrons pi.
 - B) O composto I não é aromático, pois possui um carbono sp^3 com quatro ligações simples.
 - C) O composto II tem anel planar, pois todos os carbonos do anel são sp^2 .
 - D) No composto I, todas as ligações C—C e C—H fazem ângulos de 120° entre si.
 - E) No composto II, existem sete carbonos com hibridização sp^2 e um com hibridização sp .
- 04.** (UEL-PR) Entre os componentes do cigarro, encontram-se a nicotina – que interfere no fluxo de informações entre as células – a amônia – que provoca irritação nos olhos – e o alcatrão – formado pela mistura de compostos como o benzopireno, o crizeno e o antraceno, todos com potencial cancerígeno. Sobre o benzopireno, cuja estrutura química é apresentada a seguir, é correto afirmar que a molécula é formada por



Benzopireno

- A) cadeias aromáticas com núcleo benzênico.
- B) arranjo de cadeias carbônicas acíclicas.
- C) cadeias alicíclicas de ligações saturadas.
- D) cadeias carbônicas heterocíclicas.
- E) arranjo de anéis de ciclo-hexano.

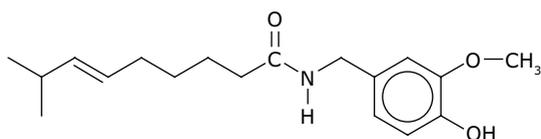
- 05.** (UFSC) A estrutura do hidrocarboneto aromático benzeno (C_6H_6) é representada pelo híbrido de ressonância a seguir, que possui



01. três carbonos híbridos em sp^3 e três carbonos híbridos em sp^2 .
02. seis orbitais não híbridos denominados "p puros".
04. todos os átomos de hidrogênio ligados aos de carbono através de ligações σ ($s-sp^2$).
08. três ligações do tipo π .
16. apenas seis ligações do tipo σ .
32. todos os carbonos híbridos em sp^2 .
64. três carbonos saturados e três carbonos insaturados.

Soma ()

- 06.** (UEL-PR)



Em relação à estrutura da capsaicina, considere as afirmativas a seguir:

- I. Apresenta cadeia carbônica insaturada.
- II. Apresenta três átomos de carbono terciários.
- III. Apresenta possibilidade de formar ligações de hidrogênio.
- IV. Apresenta um ciclo de 6 átomos de carbono sp^2 com elétrons π ressonantes.

Estão corretas apenas as afirmativas

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

- 07.** (FGV-SP) BTX – mistura de benzeno, tolueno e xileno – é encontrada no ambiente de usinas siderúrgicas e é considerada perigosa, pois

- A) é altamente inflamável.
- B) causa câncer de pele.
- C) causa blefarite.
- D) produz graves alterações no sangue.
- E) produz alterações nas gônadas masculinas.

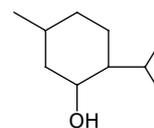
GABARITO

01. A
02. A) I. C_5H_{10}
 II. C_5H_6
 III. C_8H_{18}
 IV. $C_{13}H_{16}$
- B) I. Cicloalcano (alcano)
 II. Cicloalcadieno (alceno de cadeia fechada)
 III. Alcano
 IV. Hidrocarboneto aromático
03. C
04. A
05. Soma = 46
06. D
07. D

MÓDULO 06

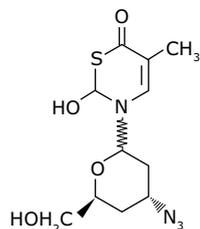
ÁLCOOIS, FENÓIS E ÉTERES

- 01.** (UEPG-PR) O mentol é utilizado em vários produtos comerciais tais como balas e loções. Com base na fórmula estrutural desse composto, que é mostrada a seguir, assinale o que for correto.



01. É um álcool.
02. Sua fórmula molecular é $C_{10}H_{20}O$.
04. É um composto insaturado.
08. Sua fórmula mínima é igual à sua fórmula molecular.
16. Todos os átomos de carbono estão situados no mesmo plano.
- Soma ()

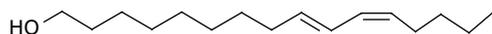
- 02.** (UFLA-MG / Adaptado) O AZT possui capacidade de inibir a infecção e os efeitos citopáticos do vírus da imunodeficiência humana do tipo HIV, agente causador da Aids. Esse composto possui em sua estrutura vários grupos funcionais e carbonos assimétricos.



Com relação a esse composto:

- A) Cite dois grupos funcionais oxigenados, presentes na molécula de AZT.
- B) Transcreva a estrutura, identificando os carbonos assimétricos.
- C) Identifique dois carbonos sp^2 e dois carbonos sp^3 na estrutura transcrita.
- 03.** (Mackenzie-SP) Certos odores são usados por animais para estabelecer uma "comunicação química" entre indivíduos de mesma espécie, por exemplo, marcar trilhas ou para a atração sexual, na época do acasalamento. Esses compostos, chamados de feromônios, são usados pelo homem, em quantidades muito pequenas, em armadilhas, servindo para atrair e matar insetos prejudiciais, ou para atrair grandes cardumes.

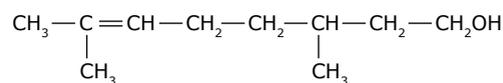
Em relação ao feromônio de fórmula estrutural a seguir, é correto afirmar que



Dado: Massa molar ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$): H = 1, C = 12, O = 16.

- A) tem fórmula molecular $\text{C}_{16}\text{H}_{29}\text{O}$.
- B) apresenta, em $1 \cdot 10^{-13}$ g, aproximadamente $2,4 \cdot 10^8$ moléculas.
- C) é um enol.
- D) é um álcool saturado.
- E) é um hidrocarboneto.

- 04.** (UFPEL-RS) As essências artificiais são destinadas ao uso, em perfumaria e saboaria, para a composição de perfumes de flores. Assim, a essência artificial de rosas é constituída de geraniol, citronelol, formiato de citronelila, butirato de citronelila, etc.



Citronelol

A nomenclatura oficial para citronelol é

- A) 2,6-dimetiloctanol.
- B) 3,7-dimetiloctanol.
- C) 2,6-dimetil-6-octeno-1-ol.
- D) 3,7-dimetil-6-octeno-1-ol.
- E) 2,6-dimetil-3-octeno-1-ol.
- 05.** (FUVEST-SP) Entre as fórmulas a seguir, aquela que representa uma substância utilizada como combustível, solvente e componente de bebidas é:



- B) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- C) CH_3CHO
- D) $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
- E) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

- 06.** (UDESC) Com relação ao metanol e ao etanol, a alternativa correta é:

- A) O metanol é o álcool mais utilizado como combustível para automóveis.
- B) Ambos os álcoois podem ser utilizados na fabricação de bebidas alcoólicas.
- C) O etanol apresenta cadeia carbônica maior que o metanol.
- D) O metanol também é conhecido como álcool etílico.
- E) O etanol também é conhecido como álcool metílico.

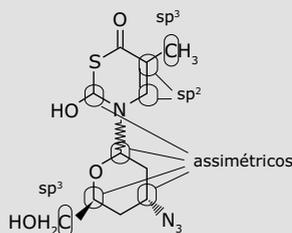
07. (UFRRJ) Um dos critérios utilizados pelos químicos para classificar as substâncias leva em consideração, principalmente, o tipo de elemento e o número de átomos desse elemento. Muitas propriedades são decorrentes dessas combinações. A tabela a seguir contém propriedades de algumas substâncias.

Substâncias	P.F. (°C)	P.E. (°C)	ρ (g.mL ⁻¹)	Solubilidade em H ₂ O
Glicerina	20	290	1,26	Muito solúvel
Eugenol	-7,5	253	1,07	Insolúvel
Etanodiol	-144	35	0,84	Pouco solúvel

- A) Em que estado físico se encontra a glicerina num dia muito frio, com a temperatura próxima a 0 °C?
- B) Uma mistura de eugenol e glicerina pode ser separada por adição de água? Justifique sua resposta.

GABARITO

01. Soma = 11
02. A) Hidroxila alcoólica e óxi.
B) e C)



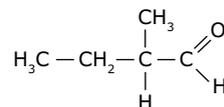
03. B
04. D
05. B
06. C
07. A) Sólido.

- B) Sim, já que, de acordo com a tabela dada, o eugenol é líquido em temperatura ambiente e insolúvel na água, resultando assim em uma mistura com duas camadas líquidas – uma de eugenol e outra com água e glicerina.

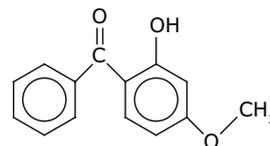
MÓDULO 07

ALDEÍDOS E CETONAS

01. (Unicentro-PR) O nome do composto a seguir é



- A) ácido 2-metilbutanodioico.
B) pentanal.
C) ácido pentanodioico.
D) 2-metilbutanal.
E) pentanona.
02. (UFPE) A acetona (dimetilcetona, 2-propanona ou propan-2-ona) é um composto sintético que também ocorre naturalmente no meio ambiente. É um líquido incolor de odor e sabor fáceis de distinguir. Evapora facilmente, é inflamável e solúvel em água. O grupo funcional que caracteriza esse composto é o
- A) R—OH.
B) R—O—R.
C) R—CH=O.
D) R—CO—R.
E) R—NH₂.
03. (Mackenzie-SP) Usado na fabricação de protetores solares, o composto 2-hidroxi-4-metoxi-benzofenona está representado a seguir.



Dessa substância, fazem-se as afirmações:

- I. Apresenta os grupos funcionais fenol, éter e cetona.
II. Possui dois anéis aromáticos em sua estrutura.
III. É um hidrocarboneto aromático ramificado.

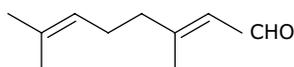
Das afirmações feitas,

- A) I, II e III estão corretas.
B) somente II está correta.
C) somente I e III estão corretas.
D) somente III está correta.
E) somente I e II estão corretas.

- 04.** A acetona é uma substância tradicionalmente usada para remover o esmalte das unhas. No entanto, como essa substância é empregada no refino de algumas drogas como a cocaína, sua comercialização em farmácias vem sendo proibida. Em seu lugar, encontramos à venda uma mistura de outros solventes orgânicos, com o nome de removedor de esmalte.

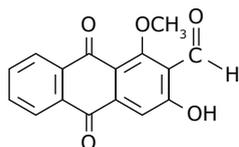
A respeito da acetona, escreva

- A) seu nome de acordo com as regras de IUPAC.
B) seu nome usual, baseado nos grupos orgânicos ligados à carbonila.
- 05.** (PUC Minas) O citral, que é o constituinte principal do óleo de capim-limão (*Andropogon schoenanthus*), apresenta a seguinte estrutura:



Com relação à estrutura apresentada, a afirmativa correta é:

- A) Pertence à função aldeído.
B) É um hidrocarboneto saturado.
C) Apresenta duas ligações π .
D) A cadeia carbônica é classificada como heterogênea.
E) Pertence à função ácido carboxílico.
- 06.** (UFRGS-RS) Noni (*Morinda citrifolia*) é uma das plantas medicinais tradicionais mais importantes na Polinésia, sendo usada há mais de 2 000 anos. Dessa planta, é isolado um composto, o damnacanthal, que vem sendo estudado devido à sua atividade anticancerígena. Observe a seguir a estrutura desse composto.



Damnacanthal

Assinale a alternativa que apresenta as funções orgânicas presentes na estrutura do damnacanthal.

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

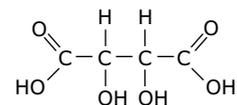
GABARITO

01. D
02. D
03. E
04. A) Propanona
B) Dimetilcetona
05. A
06. E

MÓDULO 08

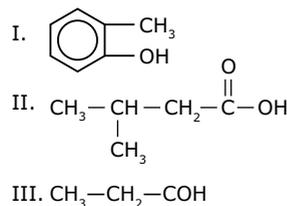
ÁCIDOS E SAIS CARBOXÍLICOS

- 01.** (UFJF-MG) O ácido tartárico, um constituinte das uvas, possui a estrutura:



Substituindo em sua molécula cada um dos grupos carboxila por um grupo metil obtém-se um(a)

- A) diol.
B) tetrol.
C) diácido.
D) aldeído.
E) cetona.
- 02.** (UCB-DF) A nomenclatura IUPAC dos compostos a seguir, é, respectivamente,



- A) 1-metil-2-hidroxibenzeno; ácido 3-metilbutanoico; propanona.
B) 1-hidróxi-2-metilbenzeno; 3-metilbutanal; propanal.
C) 1-hidroxifenol; ácido 3-metilbutanoico; propanona.
D) 2-metilfenol; 2-metilbutanal; ácido propanoico.
E) 1-hidróxi-2-metilbenzeno; ácido 3-metilbutanoico; propanal.

