

ENADE

COMENTADO

QUÍMICA

2008

MATEUS ANTÔNIO GUBERT ANDRADE
ROSANE ANGÉLICA LIGABUE
(Organizadores)



ENADE

COMENTADO

QUÍMICA

2008



Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

CHANCELER

Dom Jaime Spengler

REITOR

Joaquim Clotet

VICE-REITOR

Evilázio Teixeira

CONSELHO EDITORIAL

Jorge Luis Nicolas Audy | **PRESIDENTE**

Jeronimo Carlos Santos Braga | **DIRETOR**

Jorge Campos da Costa | **EDITOR-CHEFE**

Agemir Bavaresco

Ana Maria Mello

Augusto Buchweitz

Augusto Mussi

Beatriz Regina Dorfman

Bettina Steren dos Santos

Carlos Gerbase

Carlos Graeff Teixeira

Clarice Beatriz da Costa Sohngen

Cláudio Luís C. Frankenberg

Erico Joao Hammes

Gilberto Keller de Andrade

Lauro Kopper Filho

Luciano Klöckner

ENADE

COMENTADO

QUÍMICA

2008

MATEUS ANTÔNIO GUBERT ANDRADE
ROSANE ANGÉLICA LIGABUE
(Organizadores)



Porto Alegre, 2014.



PUCRS

© EDIPUCRS, 2014

DESIGN GRÁFICO [CAPA] Rodrigo Braga

DESIGN GRÁFICO [DIAGRAMAÇÃO] Thiara Speth

REVISÃO DE TEXTO Patrícia Aragão

Edição revisada segundo o novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa.



EDIPUCRS – Editora Universitária da PUCRS

Av. Ipiranga, 6681 – Prédio 33
Caixa Postal 1429 – CEP 90619-900
Porto Alegre – RS – Brasil
Fone/fax: (51) 3320 3711
E-mail: edipucrs@pucrs.br – www.pucrs.br/edipucrs

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E56 ENADE comentado 2008 : química [recurso eletrônico] /
 organizadores Mateus Antônio Gubert Andrade,
 Rosane Angélica Ligabue. – Dados eletrônicos. – Porto
 Alegre : EDIPUCRS, 2014.
 84 p.

ISBN 978-85-397-0400-2

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

Modo de Acesso: <<http://www.pucrs.br/edipucrs/>>

1. Ensino Superior – Brasil – Avaliação. 2. Exame
Nacional de Desempenho de Estudantes. 3. Química –
Ensino Superior. I. Andrade, Mateus Antônio Gubert. II.
Ligabue, Rosane Angélica.

CDD 378.81

Ficha catalográfica elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação da BC-PUCRS.

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS. Proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou processo, especialmente por sistemas gráficos, microfilmicos, fotográficos, reprográficos, fonográficos, videográficos. Vedada a memorização e/ou a recuperação total ou parcial, bem como a inclusão de qualquer parte desta obra em qualquer sistema de processamento de dados. Essas proibições aplicam-se também às características gráficas da obra e à sua editoração. A violação dos direitos autorais é punível como crime (art. 184 e parágrafos, do Código Penal), com pena de prisão e multa, conjuntamente com busca e apreensão e indenizações diversas (arts. 101 a 110 da Lei 9.610, de 19.02.1998, Lei dos Direitos Autorais).

Sumário

APRESENTAÇÃO	7	QUESTÃO 29	45
QUESTÃO 11	8	QUESTÃO 30	47
QUESTÃO 12	9	QUESTÃO 31	49
QUESTÃO 13	11	QUESTÃO 32	51
QUESTÃO 14	14	QUESTÃO 33	54
QUESTÃO 15	16	QUESTÃO 34	56
QUESTÃO 16	18	QUESTÃO 41	58
QUESTÃO 17	20	QUESTÃO 42	60
QUESTÃO 18	22	QUESTÃO 43	62
QUESTÃO 19	25	QUESTÃO 44 – DISCURSIVA	64
QUESTÃO 20	27	QUESTÃO 45 – DISCURSIVA	66
QUESTÃO 21	29	QUESTÃO 46 – DISCURSIVA	68
QUESTÃO 22	31	QUESTÃO 47	70
QUESTÃO 23	32	QUESTÃO 48	73
QUESTÃO 24	34	QUESTÃO 49	75
QUESTÃO 25	36	QUESTÃO 50 – DISCURSIVA	77
QUESTÃO 26	39	QUESTÃO 51 – DISCURSIVA	80
QUESTÃO 27	41	QUESTÃO 52 – DISCURSIVA	82
QUESTÃO 28	43	COLABORADORES	84

COMPONENTE ESPECÍFICO/CONTEÚDOS GERAIS

FAIXAS CARACTERÍSTICAS DE ABSORÇÃO NO INFRAVERMELHO					
FUNÇÃO	VIBRAÇÃO	FREQUÊNCIA (cm ⁻¹)	FUNÇÃO	VIBRAÇÃO	FREQUÊNCIA (cm ⁻¹)
Ácido carboxílico	Axial O – H	3580 – 2950	Alcano	Axial C – H	2985 – 2840
	Axial C = O	1800 – 1680		Angular C – H	1475 – 1440
	Angular O – H	1440 – 1280		Angular C – H	1385 – 1360
	Axial C - O	1315 – 1075			
Alceno	Axial C – H	3100 – 3000	Álcool	Axial O – H	3645 – 3200
	Axial C = C	1680 – 1631		Angular O – H	1430 – 1200
	Angular C - H	1000 – 650		Axial C – O	1210 – 1000
Aldeído	Axial C – H	2900 – 2695	Cetona	Axial C = O	1725 – 1640
	Axial C = O	1740 – 1685		C-C(=O)-C	1300 – 1050
	Angular C - H	1440 – 1325	Éter	Axial C-O-C	1225 – 1060

FAIXAS CARACTERÍSTICAS DE DESLOCAMENTO QUÍMICO DE ¹³ C	
GRUPO	δ (ppm)
CH ₃	30 – 10
CH ₂	55 – 15
C=C	145-100
C≡C	155-160
C _{AROMÁTICO}	150-110
C=O (ácido;éster;amida;anidrido)	185-155
C=O (aldeído;cetona)	220-185
Csp ³ - O	70-50
Csp ³ - Cl	65-40

FAIXAS CARACTERÍSTICAS DE DESLOCAMENTO QUÍMICO DE ¹ H			
GRUPO	δ (ppm)	GRUPO	δ (ppm)
CH ₃ - alifático	1,0 – 0,8	H-C _{aromático}	7,5 – 6,0
CH ₃ -C-halogênio	2,0 – 1,5	H-C=O	10,0 – 9,5
CH ₃ -C-aromático	2,5 – 2,1	H-C≡C	3,0 – 2,4
CH ₃ -C=C	2,0 – 1,6	C _{alifático} - NH ₂	1,8 – 1,1
CH ₂ -alifático	1,4 – 1,1	C _{aromático} - NH ₂	4,7 – 3,5
CH ₂ -halogênio	4,5 – 3,4	C _{alifático} - OH	5,4 – 1,0
CH=C	8,0 – 4,5	C _{aromático} - OH	10,0 – 4,0

APRESENTAÇÃO

O Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade) é um dos componentes da avaliação do Sistema Nacional de Avaliação do Ensino Superior (Sinaes), cujo objetivo é avaliar o desempenho dos estudantes, identificando conhecimento, competências, habilidades, condições de ensino e metodologias utilizadas, em consonância com as Diretrizes Curriculares dos cursos de Química. Também busca contribuir para a permanente melhoria da qualidade do ensino dos cursos oferecidos, sendo composto por quatro instrumentos: uma prova, um questionário de impressões sobre a prova, um questionário socioeconômico, respondidos pelos estudantes, e um questionário destinado ao coordenador do curso.

Com o objetivo de subsidiar os acadêmicos da Faculdade de Química, que irão participar desta etapa de avaliação, uma equipe de professores da FAQUI se propõe a discutir com a comunidade acadêmica as questões que constituíram o Exame realizado em 2008, através da prova comentada.

Sandra Mara Oliveira Einloft
Diretora da Faculdade de Química – PUCRS
Porto Alegre, novembro de 2013.

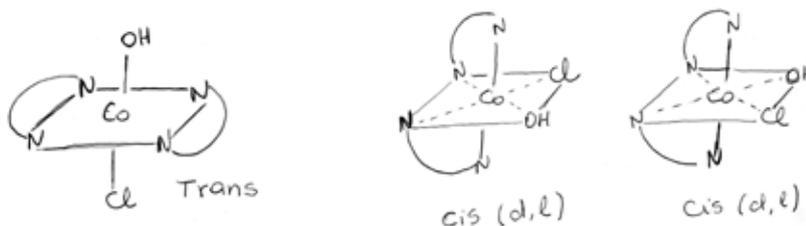
QUESTÃO 11

O íon complexo $[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]^+$, no qual *en* representa o ligante etileno diamino, possui dois isômeros geométricos (*cis/trans*) e um par de enantiômeros (*d, l*). Quando tratado com solução diluída de NaOH, o dicloro complexo sofre hidrólise alcalina, convertendo-se no hidroxocomplexo $[\text{Co}(\text{en})_2\text{ClOH}]^+$. Quantos isômeros geométricos (*cis/trans*) e quantos pares de enantiômeros (*d, l*) podem existir para o hidroxocomplexo?

	Nº de isômeros geométricos (<i>cis/trans</i>)	Nº de pares de enantiômeros (<i>d, l</i>)
A.	2	1
B.	3	1
C.	3	2
D.	4	1
E.	4	2

RESPOSTA: alternativa (A)

COMENTÁRIO



Quando analisamos os dois isômeros *cis*, percebemos que as estruturas são sobreponíveis e, portanto, que se trata da mesma molécula. Assim, a alternativa correta é (A).

REFERÊNCIAS

- SHIVER, D. L.; ATKINS, P. W. *Química Inorgânica*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, Porto Alegre, 2008.
- BARROS, H. L. C. *Química Inorgânica: Uma introdução*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1992.
- LEE, J. D. *Química Inorgânica não tão concisa*. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

QUESTÃO 12

To prepare the Cr (VI) oxoanion, chromite ore, FeCr_2O_4 , which contains Fe (II) and Cr (III), is dissolved in molten potassium hydroxide and oxidized with atmospheric oxygen. In this process, the iron and chromium, respectively, are converted to FeO_4^{2-} and CrO_4^{2-} , so chromium reaches its maximum oxidation state (equal to the group number) but iron does not. Dissolution in water followed by filtration leads to a solution of the two oxoanions. The ions can be separated by taking advantage of the greater oxidizing power of Fe (VI) relative to that of Cr (VI) in acidic solution. Acidification leads to the reduction of FeO_4^{2-} and the conversion of CrO_4^{2-} to dichromate $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$; the later conversion is a simple acid-base reaction, and not redox reaction.

SHRIVER, D.F.; ATKINS, P. *Inorganic Chemistry*.
Oxford: Oxford University Press, 1996.

A partir da interpretação do texto, conclui-se que

- A. os oxoânions FeO_4^{2-} e CrO_4^{2-} podem ser separados por filtração.
- B. o ferro se reduz, quando o cromo atinge o seu número de oxidação máximo.
- C. o maior poder oxidante do FeO_4^{2-} leva à oxidação do cromo, em solução ácida.
- D. uma solução contendo o oxoânion FeO_4^{2-} não é estável em meio ácido.
- E. um oxoânion de Cr (VI) é utilizado para preparar a cromita por dissolução em KOH e oxidação com ar atmosférico.

RESPOSTA: alternativa (D)

COMENTÁRIO

Após a análise do texto proposto podemos concluir, em relação a cada alternativa apresentada, que a alternativa (A) não é correta porque os dois ânions permanecem em solução após a filtração; também a alternativa (B) não é correta porque as duas espécies químicas se oxidam e apenas o ferro não atinge o seu número de oxidação máximo; a alternativa (C), também não é correta porque em solução ácida o cromo continua com o mesmo estado de oxidação, VI, não se trata de uma reação redox e sim de uma reação ácido-base e, igualmente não é correta a alternativa (E) pois o texto in-

dica exatamente o contrário, ou seja, um oxianion de Cr(IV) pode ser preparado a partir de cromita.

Portanto a alternativa correta é (D), ou seja, “uma solução contendo o oxoânion FeO_4^{2-} não é estável em meio ácido”.

REFERÊNCIAS

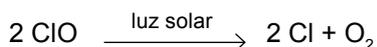
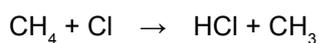
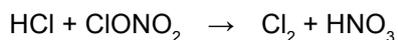
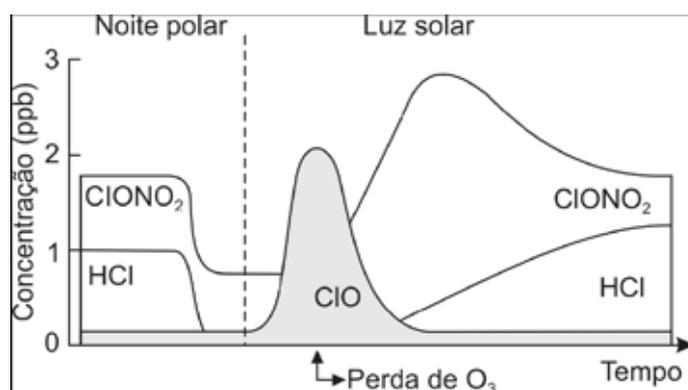
SHIVER, D. L., ATKINS, P. W. *Química Inorgânica*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, Porto Alegre, 2008.

BARROS, H. L. C. *Química Inorgânica: Uma introdução*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1992.

LEE, J. D. *Química Inorgânica não tão concisa*. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

QUESTÃO 13

Várias espécies atômicas ou moleculares podem ser responsáveis pela redução da camada de ozônio da estratosfera. A figura abaixo representa a evolução de algumas espécies encontradas na estratosfera, acima do Ártico, durante o inverno e a primavera, bem como algumas das reações que ocorrem nesse sistema.



Qual das espécies abaixo é responsável pela etapa da destruição do O_3 , segundo o mecanismo apresentado na figura ?

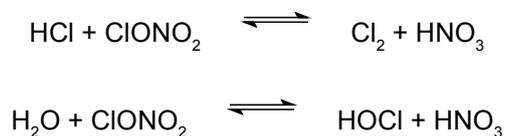
- A. NO
- B. Cl
- C. O
- D. ClO
- E. Cl_2O_2

RESPOSTA: alternativa (B)

COMENTÁRIO

A questão trata do mecanismo da destruição catalítica sazonal do ozônio polar pelo Cl, acompanhado do aumento agudo de ClO (ares escura do diagrama).

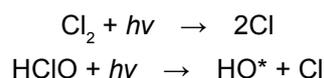
No inverno polar, as nuvens estratosféricas polares se formam via condensação de partículas de ácido nítrico tri-hidratado ($HNO_3 \cdot 3H_2O$), a 193K, e de partículas de água congelada, a 186K. Essas partículas absorvem eficientemente HNO_3 , $ClONO_2$ e HCl e, na sua superfície, convertem $ClONO_2$ e HCl em Cl_2 e HOCl mais reativos:



Estas reações lentas são muito aceleradas porque as moléculas dos reagentes estão concentradas nessas nuvens e porque a formação do HNO_3 é auxiliada pela ligação de hidrogênio com as moléculas de água nas partículas (PH). O HNO_3 fica adsorvido na partícula de gelo e os produtos gasosos clorados escapam, deslocando os dois equilíbrios acima para a direita.

No decorrer do inverno as partículas das nuvens aumentam, e estas, por sua vez, afundam para altitudes menores, separando o nitrogênio do cloro ativo. Não restando nitrogênio disponível, não sequestrará o cloro da molécula de $ClONO_2$. Como resultado, na escuridão do inverno, acumulam-se Cl_2 e HOCl.

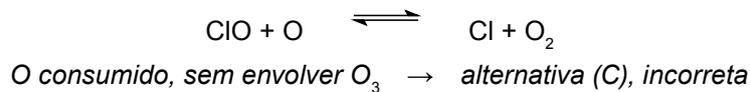
Na primavera, com o retorno da luz, a radiação UV converte Cl_2 e HOCl em:



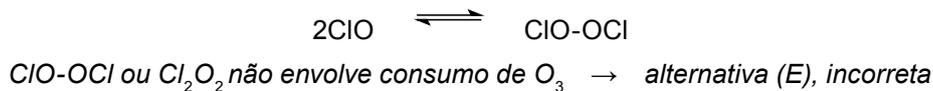
– Buraco de ozônio: durante o inverno polar escuro, acumulam-se o $Cl_{2(g)}$ e $HOCl_{(g)}$. Na primavera, a luz solar provoca fotólises que *produzem uma explosão de Cl que, por sua vez, reage com o O_3 produzindo ClO*.

Cl consome O_3 → alternativa (B), correta
ClO é produzido nesta etapa → alternativa (D), incorreta

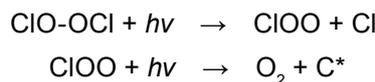
Para manter o ciclo catalítico, o Cl deve ser regenerado a partir de ClO, o que acontece pelo ataque de átomos de O via reação:



Na baixa estratosfera os níveis de O₃ declinam abruptamente e os átomos de O são insuficientes para manter a reação com taxa necessária. Então o ClO se acumula e dimeriza;

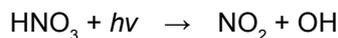


E a fotólise pode regenerar Cl via dissociação de Ligação C-Cl dos CFCs



que completa a reação em cadeia com rápida e grande destruição ozônio.

A reação em cadeia é interrompida quando o sol evapora as nuvens estratosféricas polares, levando à conversão do HNO₃ em NO₂.



que por sua vez reagem com o ClO* formando ClONO₂



A extensão do consumo de O₃ depende da extensão da formação de Cl₂ e HOCl no período escuro de inverno.

Segundo o autor referencia, o NO, ainda que possa atuar como catalisador em reações de destruição das moléculas de ozônio, é abundante na baixa atmosfera onde é praticamente todo oxidado o NO₂, e, este último, convertido em ácido nítrico, na troposfera, removido pela água de chuva.

→ Alternativa (A), incorreta por não integrar nenhuma etapa do o mecanismo proposto

REFERÊNCIA

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. *Química Ambiental*. São Paulo: Person Educations do Brasil Ltda., 2008.

QUESTÃO 14

Antibióticos antifúngicos foram produzidos a partir de quatro cepas distintos de microrganismos da microbiota brasileira, tendo sido isolados derivados que apresentam estruturas contendo desde macrociclos tetraênicos (ciclos com quatro duplas conjugadas) até macrociclos heptaênicos. Após cultivo dos microrganismos em meios de cultura apropriados, procedeu-se à extração com metanol, e os filtrados (F I a F IV) foram analisados por espectrometria na região do ultravioleta-visível, fornecendo os seguintes máximos de absorção:

F I: 290, 304 e 308 nm

F II: 340, 358 e 380 nm

F III: 317, 331 e 350 nm

F IV: 363, 382 e 405 nm

Sabendo-se que cada cepa produz um único tipo de macrociclo, a associação entre o filtrado e o tipo de macrociclo ocorre na relação:

- A. F I – tetraênico; F III – pentaênico.
- B. F I – heptaênico; F III – hexaênico.
- C. F I – hexaênico; F IV – heptaênico.
- D. F II – pentaênico; F III – hexaênico.
- E. F II – tetraênico; F IV – pentaênico.

RESPOSTA: alternativa (A)

COMENTÁRIO

A regra de Woodward-Fieser diz que o incremento de uma ligação dupla em um sistema conjugado aumenta em média 30 nm na absorção do composto. Esse deslocamento para comprimentos de ondas maiores (efeito batocrômico) é devido à aproximação do estado fundamental com o excitado da transição eletrônica da ligação π (p).

Na questão, as cepas diferem em suas atividades de antibióticos/antifúngicos pela presença de macrociclos conjugados, e estes diferem pelo número de ligações conjugadas. Desse modo, o filtrado

1 apresenta menor conjunto de comprimentos de ondas, 291, 304 e 308 nm, então seria o macrociclo tetraênico (ciclo com quatro duplas conjugadas); o filtrado 2 (340, 358 e 380 nm) seria o macrociclo hexaênico (ciclo com seis duplas conjugadas); o filtrado 3 (317, 331 e 350 nm) seria o macrociclo pentaênico (ciclo com cinco duplas conjugadas); o filtrado 4 (363, 382 e 405 nm), seria o macrociclo heptaênico. **Atenção!** A ordem dos filtrados não corresponde ao número de duplas conjugadas. Assim, a alternativa (A) é a correta.

REFERÊNCIA

PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M.; KRIZ, G. *Introdução à espectroscopia*. São Paulo: Editora CENGAGE (2010). 716 p.

QUESTÃO 15

Cada vez mais busca-se desenvolver novos processos para a obtenção de metais, de modo a minimizar o consumo de energia, viabilizar a exploração econômica de minérios com baixos teores de metal e evitar maiores problemas ambientais decorrentes da produção de SO_2 . Atualmente, minérios de cobre – calcopirita (CuFeS_2), calcocita (Cu_2S) – com baixos teores desse metal são extraídos pela técnica convencional de calcinação seguida de redução com carvão (pirometalurgia). Emprega-se o processo hidrometalúrgico de lixiviação, que consiste no uso de uma solução aquosa capaz de dissolver o composto que contém o metal a ser extraído. Após a lixiviação do minério com solução de ácido sulfúrico, cobre metálico é precipitado pela redução dos íons Cu^{2+} com raspas de ferro.

Considere os seguintes minérios e seus principais constituintes (escritos entre parênteses)

galena (PbS)

wurtzita (ZnS)

pirita (FeS_2)

pirolusita (MnO_2)

bauxita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$)

Desconsiderando as impurezas que possam estar presentes, qual dos metais citados pode ser obtido pelo processo de lixiviação ácida seguida de redução com raspas de ferro?

Dados:

Eletrodo	E^0 (V)
$\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}(\text{aq})$	+ 0,34
$\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}(\text{aq})$	- 0,13
$\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}(\text{aq})$	- 0,44
$\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}(\text{aq})$	- 0,76
$\text{Al}^{3+} / \text{Al}(\text{aq})$	- 1,16
$\text{Mn}^{2+} / \text{Mn}(\text{aq})$	- 1,18

- A. Fe
- B. Zn
- C. Pb
- D. Mn
- E. Al

RESPOSTA: alternativa (C)

COMENTÁRIO

Tendo em vista que o processo de oxirredução consiste na troca de íons entre os diferentes elementos em igual proporção e que, para reduzir o ferro, devemos ter um elemento com o potencial de redução maior do que o ferro e, portanto, de acordo com os elementos na tabela, apenas o cobre e o chumbo possuem potencial de redução maior $+0,34V$ e $-0,13V$, respectivamente, e são capazes de reduzir o ferro.

É importante lembrar: o elemento que oxida é o agente oxidante e acaba se reduzindo, e o elemento que reduz é o agente redutor e, conseqüentemente, acaba se oxidando.

REFERÊNCIAS

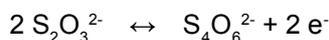
SHIVER, D. L.; ATKINS, P. W. *Química inorgânica*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

BARROS, H. L. C. *Química inorgânica: Uma introdução*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1992.

LEE, J. D. *Química Inorgânica não tão concisa*. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

QUESTÃO 16

A determinação do teor de ClO^- em amostras comerciais de alvejantes à base de hipoclorito de sódio pode ser feita por titulometria de oxidação-redução, utilizando um método indireto, conduzido em meio ácido e baseado na seguinte reação:



Para proceder a essa análise, é necessária a utilização dos reagentes abaixo, **EXCETO**

- A. solução padrão de tiosulfato de sódio.
- B. solução padrão de iodo.
- C. solução de ácido acético glacial.
- D. iodeto de potássio.
- E. suspensão de amido recém-preparada.

RESPOSTA: alternativa (B)

COMENTÁRIO

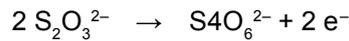
A questão trata de um método indireto para determinação do hipoclorito em alvejantes. Como podemos ver, o cloro no íon hipoclorito (ClO^-) tem o número de oxidação +1, o que lhe confere propriedades de oxidante razoavelmente forte. (Essa é justamente uma das causas do poder desinfetante das soluções de hipoclorito.)

Analisando as alternativas, podemos verificar que o método em questão necessariamente envolve iodo, pois a alternativa (B) fala em solução padrão de iodo, a alternativa (D) fala em iodeto de potássio e a alternativa (E) menciona a suspensão de amido, que é um conhecido indicador para iodo. Além disso, a semirreação mostrada no enunciado (oxidação de tiosulfato a tetrationato) é conhecida por sua aplicação na titulação de soluções de iodo:

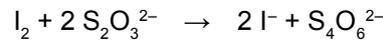
Semirreação de redução:



Semirreação de oxidação:



Reação global:



Fica a pergunta: o método exigirá solução padrão de iodo ou solução de iodeto? Para responder a essa pergunta, podemos usar a memória (= saber de cor que é preciso iodeto, e não iodo), ou ir pelo caminho da lógica. Vamos trilhar esta via.

É fácil perceber que o hipoclorito, por ser um oxidante razoavelmente forte, reagirá com íons iodeto (que podem ser facilmente oxidados a I_2).

Lembre-se de que todos os halogênios (F_2 , Cl_2 , Br_2 e I_2), por sua eletronegatividade, tendem a adquirir elétrons e passar à forma de ânions. Em outras palavras, todos os halogênios são oxidantes. No entanto, dentre eles, o I_2 é o oxidante mais brando. Isso equivale a dizer que é bastante fácil oxidar o íon iodeto a I_2 . Agora, lembrando que o hipoclorito é um oxidante razoavelmente forte, podemos entender que ele será capaz de oxidar quantitativamente o iodeto a iodo. O iodo assim formado pode ser titulado com uma solução-padrão de tiosulfato e indicador de amido. Com isso podemos concluir que a solução-padrão de iodo não é necessária nessa análise, e assim marcamos a alternativa (B).

Existe outra maneira de resolver a questão, baseada na memorização do significado dos termos *iodometria* e *iodimetria*. Como é comumente ensinado, a técnica da **iodometria** é a titulação **do** iodo formado em uma reação prévia (é o caso aqui). Já a **iodimetria** é a titulação **direta** de um analito com titulante iodo. O enunciado diz claramente que não se trata de um método direto; portanto, não temos aqui uma iodimetria. Sendo assim, deduzimos que se trata de uma iodometria, em que o iodo é formado a partir de uma reação com o analito, não sendo usada a solução-padrão de iodo.

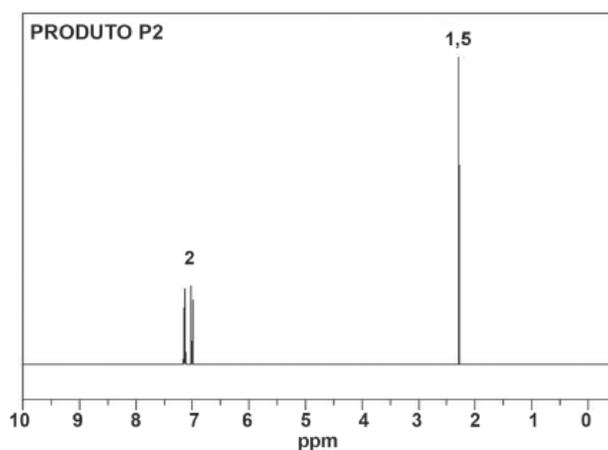
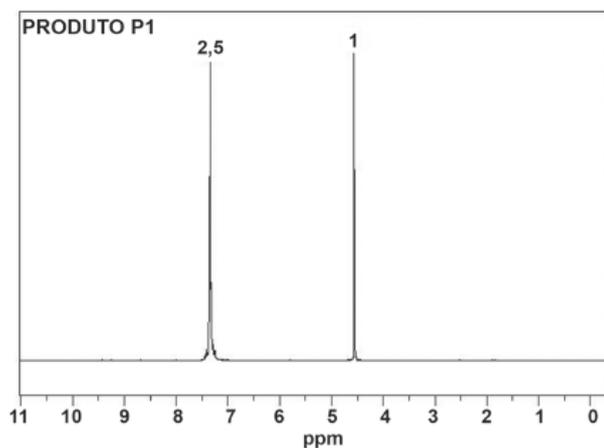
REFERÊNCIAS

HARRIS, D. C. *Análise Química Quantitativa*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

VOGEL, A. J. *Química Analítica Qualitativa*. 5. ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981.

QUESTÃO 17

A cloração do tolueno pode gerar produtos distintos em função das condições reacionais. A seguir são apresentados dois espectros de RMN de hidrogênio correspondentes aos produtos isolados de duas reações de cloração de tolueno.



Analisando os espectros de RMN dos produtos obtidos, conclui-se que o

(Observação: a tabela com as faixas características de deslocamento químico encontra-se ao final do caderno da prova.)

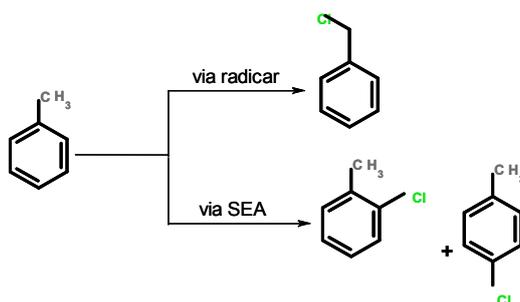
- A. simpleto na região de 7,4 ppm no espectro de RMN de ^1H do produto P1 corresponde aos hidrogênios do anel aromático monossustituído.
- B. simpleto na região de 4,5 ppm indica que o produto P1 foi obtido via mecanismo de substituição eletrofílica.
- C. espectro de RMN de ^1H do produto P2 indica que ele foi obtido por cloração na presença de luz ultravioleta.
- D. produto P1 pode ser isolado do meio reacional por extração com solução aquosa de NaOH.
- E. produto P2 foi obtido via mecanismo de substituição nucleofílica aromática.

RESPOSTA: alternativa (A)

COMENTÁRIO

Através da tabela de deslocamento químico, o espectro de RMN do tolueno apresentaria dois picos característicos: **1º**, um simpleto na região 2,5-2,1ppm correspondendo ao CH_3 ligado aromático; **2º**, um simpleto na região 7,5-6,0 ppm correspondendo ao sistema aromático. Portanto, podemos afirmar que no espectro do produto P1 a reação de cloração foi na metila ligada ao anel, pois o seu pico original é deslocado para o campo baixo 4,5 ppm em consequência da desblindagem do átomo de cloro.

No espectro de RMN do produto P2, a reação de cloração ocorre no anel, pois seu pico original é desdobrado em dois picos em consequência da substituição no anel. Também existem dois tipos de mecanismo de reação de cloração do tolueno. Um, através de substituição eletrofílica aromática (SEA) e o espectro seria a produto P2, pois nesse tipo de reação ocorre a substituição de um hidrogênio do anel por um cloro, modificando assim os deslocamentos químicos dos hidrogênios do anel. E outro, via radical livre onde o espectro seria o produto P 1 (radicalar), pois a reação ocorre na metila ligada ao anel. Desse modo, a alternativa (A) é a certa.



REFERÊNCIA

PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M.; KRIZ, G. *Introdução à espectroscopia*. São Paulo: Editora CENGAGE (2010). 716 p.

QUESTÃO 18

Um movimento ecológico preocupado com as condições da água de um rio situado em uma área de grande aglomeração urbana resolve fazer uma campanha para conscientizar a população a utilizar detergentes em pó com parcimônia. Para tal, encomenda a uma empresa que analise o teor de fósforo em amostras de detergentes em pó de três fabricantes da região, os quais contêm tripolifosfato de sódio, $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, utilizado para promover o abrandamento da dureza das águas. O teor de fósforo no detergente em pó foi determinado por gravimetria. O método consiste em tratar a amostra com excesso de molibdato de amônio, precipitando o fósforo na forma de $(\text{NH}_4)_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$. O precipitado lavado e livre de interferentes é dissolvido em solução de $\text{NH}_3(\text{aq})$ e reprecipitado como $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, que, sob calcinação, se converte em pirofosfato de magnésio, $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7(\text{s})$.

A análise em triplicata forneceu os seguintes resultados:

Fabricante	Massa de amostra (em gramas)	Massa de $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ (em gramas)	Teor médio de P (%)
I	6,200	1,100	X
	6,200	1,110	
	6,200	1,120	
II	6,200	0,989	Y
	6,200	0,999	
	6,200	1,009	
III	6,200	0,878	Z
	6,200	0,888	
	6,200	0,898	

Sabendo que a Resolução do CONAMA estabelece o valor de 4,80% como limite máximo de fósforo no produto, o(s) fabricante(s) que forneceu(ram) amostra(s) em conformidade com esta Resolução é(são) **APENAS**

Dados:

SUBSTÂNCIAS	MASSA MOLAR (EM G/MOL)
$(\text{NH}_4)_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$	1.877
$\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	245
$\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$	222
$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	368

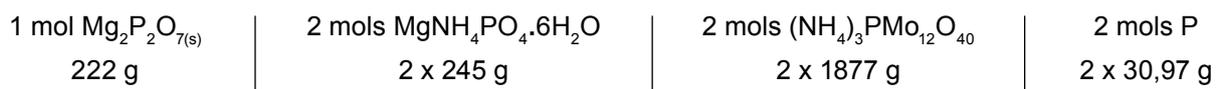
- A. I.
- B. II.
- C. III.
- D. I e II.
- E. II e III.

RESPOSTA: alternativa (E)

COMENTÁRIO

Na análise gravimétrica apresentada na questão, o fósforo contido na amostra primeiramente foi precipitado como $(\text{NH}_4)_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$, sendo reprecipitado como $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ e finalmente convertido em $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ (forma de pesagem).

Considerando a estequiometria entre os compostos temos:



Levando-se em conta que as análises foram conduzidas em triplicata, trabalharemos com o valor médio obtido na pesagem de $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ (as massas das amostras foram idênticas), para obter a massa correspondente de fósforo. Assim:

PARA O FABRICANTE I:	PARA O FABRICANTE II:	PARA O FABRICANTE III:
1 mol $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ---- 2 mols P	1 mol $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ---- 2 mols P	1 mol $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ----- 2 mols P
222 g ----- 2 x 30,97 g	222 g ----- 2 x 30,97 g	222 g ----- 2 x 30,97 g
1,100 g ----- X	0,999 g ----- Y	0,888 g ----- Z
X = 0,306 ₉ g de P	Y = 0,278 ₇ g de P	Z = 0,247 ₈ g de P

Um trabalho mais árduo, mas que nos levaria à mesma resposta, seria considerar as massas equivalentes das espécies intermediárias (a partir da massa obtida de pirofosfato de magnésio), até obter a massa correspondente de fósforo.

A partir das massas de fósforo, obtemos os percentuais do mesmo nas respectivas amostras:

PARA O FABRICANTE I:	PARA O FABRICANTE II:	PARA O FABRICANTE III:
6,200 g ----- 100%	6,200 g ----- 100%	6,200 g ----- 100%
0,306 ₉ g ----- X	0,278 ₇ g ----- Y	0,247 ₈ g ----- Z
X = 4,95 % em P	Y = 4,50 % em P	Z = 3,40 % em P

Como a Resolução do CONAMA estabelece o valor de 4,80% como limite máximo de fósforo no produto, apenas as amostras dos fabricantes II e III estão em conformidade (alternativa E).

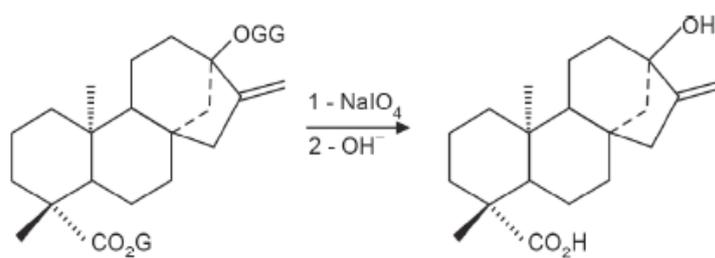
REFERÊNCIAS

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. *Fundamentos de Química Analítica*. 8. ed. São Paulo: Thomson, 2007.

HARRIS, D. C. *Análise química quantitativa*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

QUESTÃO 19

A estévia é um adoçante obtido da planta *Stevia rebaudiana*, que cresce naturalmente no Brasil. A partir da estévia pode-se obter o esteviol, segundo a reação abaixo, na qual G representa uma unidade de glicose.



Preparação do esteviol

Após a reação, a mistura reacional foi neutralizada. Qual dos métodos abaixo é indicado para recuperar o esteviol do meio reacional?

- A. Destilação fracionada.
- B. Extração com acetato de etila.
- C. Precipitação com carbonato de sódio.
- D. Cromatografia gasosa de alta resolução.
- E. Cromatografia em camada delgada utilizando sílica como adsorvente.

RESPOSTA: alternativa (B)

COMENTÁRIO

A cromatografia gasosa ou a em camada delgada são técnicas analíticas, isto é, servem para identificar e quantificar uma substância. A técnica de destilação fracionada é para separar líquido de pontos de ebulição próximos que não é o caso. O meio reacional final é aquoso e não vai precipitar, e sim solubilizar na forma de carboxilato de sódio quando adicionar carbonato de sódio. A maneira usual de isolar uma substância orgânica é através de um solvente orgânico. Desse modo, alternativa correta é (B).

REFERÊNCIAS

VOGEL, A. I. *Química Orgânica – Análise Orgânica Qualitativa*. 3. ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S/A., 1978.

SOARES, B. C.; SOUZA, N. A.; PIRES, D. X. *Química Orgânica: teoria e técnicas de preparação, purificação e identificação de compostos orgânicos*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 1988.

QUESTÃO 20

Uma fonte de radiação estelar na faixa de comprimento de onda visível emite radiação como um corpo negro perfeito. A sua radiação é avaliada por três observadores distintos: (X) observa diretamente a radiação emitida e (Y) observa a radiação transmitida através de uma massa de gás interestelar fria. O terceiro observador, (Z), analisa a radiação emitida pela mesma massa de gás. Com base nos relatos dos observadores, foram feitas as seguintes afirmações:

- I. o espectro da radiação observada por (X) possui linhas e bandas características da fonte;
- II. o espectro observado por (Y) apresenta linhas escuras sobre um contínuo multicolorido;
- III. os espectros observados por (Y) e (Z) dependem da natureza do gás;
- IV. transições eletrônicas são responsáveis pelas linhas brilhantes no espectro observado por (Z).

São corretas **APENAS** as afirmações

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

RESPOSTA: alternativa (E)

COMENTÁRIO

O corpo negro perfeito é capaz de absorver toda a energia radiante que incida sobre ele, e isso que dizer que tem uma absorvidade igual a um (100 %) e sua refletividade é nula ($r = 0$). Em relação ao seu poder emissivo, é estabelecido pela Lei de Stefan-Boltzmann: “O poder emissivo do corpo negro é diretamente proporcional à quarta potência da sua temperatura na escala absoluta”. No caso da questão temos que o corpo estelar emite no visível (390 -780 nm). Portanto, sua faixa espectral está estabelecida. Para analisar a interferência ou não na emissão, devemos conhecer a lei de Kirchhoff, que diz:

- 1) um corpo **opaco** quente, sólido, líquido ou gasoso, emite um espectro **contínuo**;
- 2) um gás **transparente** produz um espectro de **linhas** brilhantes (de emissão). O número e a posição dessas linhas depende dos elementos químicos presentes no gás;
- 3) se um espectro contínuo passar por um gás à temperatura mais baixa, o gás frio causa a presença de linhas escuras (absorção). O número e a posição dessas linhas depende dos elementos químicos presentes no gás.

Desse modo, somente as alternativas II, III e IV estão corretas.

REFERÊNCIA

TAVOLARO, C. R. C.; CAVALCANTE, M. A. *Física Moderna Experimental*. Barueri: Editora Manole, 2003. 119 p.

QUESTÃO 21

A reabsorção é uma característica desejada para uma biocerâmica em alguns tipos de implantes ósseos, em que o processo de dissolução é concomitante com o de precipitação. Quando a biocerâmica é a hidroxiapatita – $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{OH}_2$ –, a velocidade de reabsorção aumenta com o aumento da área superficial, com o decréscimo da cristalinidade e com a substituição parcial de íons fosfato por íons carbonato e de íons Ca^{2+} por íons Sr^{2+} .

Existe uma estreita relação entre as propriedades do biomaterial e seu método de preparação. Considere as afirmações a seguir, feitas a respeito da dependência da capacidade de reabsorção de uma hidroxiapatita com variáveis experimentais de sua preparação por precipitação em meio aquoso.

- I. Depende do tamanho das partículas e, portanto, depende da temperatura em que é conduzida a reação.
- II. Depende da porosidade do material e, portanto, depende da temperatura de sinterização.
- III. Independe da composição química do material e, portanto, íons cálcio e fosfato podem ser substituídos.

Está(ão) correta(s) a(s) afirmação(ões)

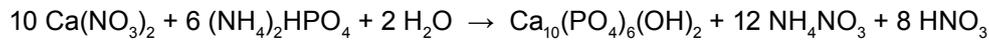
- A. I, apenas.
- B. I e II, apenas.
- C. I e III, apenas.
- D. II e III, apenas.
- E. I, II e III.

RESPOSTA: alternativa (B)

COMENTÁRIO

A hidroxiapatita (HA) é o constituinte principal da fase mineral dos tecidos calcificados, representando entre 30% e 70% da massa dos ossos e dentes, respectivamente. Sua fórmula estequiométrica é

$[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2]$, com a razão Ca/P igual a 1,67. Muitos métodos são utilizados para sintetizar a hidroxiapatita. O mais convencional é a precipitação em meio aquoso utilizando como matéria-prima o nitrato de cálcio, $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$, e o hidrogenofosfato de amônio, $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$, como descrito na reação abaixo:



No entanto, a síntese de uma hidroxiapatita pura, por esse método, requer um controle de vários parâmetros, tais como: o pH da reação, o tempo, a temperatura e a estequiometria da matéria-prima. Uma variação desses parâmetros pode gerar drásticas variações na composição do produto final, por exemplo: as sintetizadas em altas temperaturas apresentam boa cristalinidade e tamanho de cristais grandes e as hidroxiapatitas sintetizadas em baixas temperaturas que apresentam baixa cristalinidade e tamanho de cristais pequenos.

Dessa forma, as propriedades físicas desses biomateriais são dependentes da área de superfície ou formato (bloco, partícula), da porosidade (denso, macro ou microporoso) e da cristalinidade (cristalino ou amorfo). O tamanho da partícula do biomaterial impacta diretamente no tamanho da área da superfície disponível para reagir com células e fluido biológico. Quanto maior o tamanho das partículas, maior será o tempo de reabsorção do biomaterial. Por outro lado, os poros também aumentam a área de superfície do material, porém quanto maior a porosidade mais rápida será a dissolução do biomaterial.

Um biomaterial cristalino possui uma organização atômica bem definida, ao contrário de um material amorfo, que apresenta um formato de cristal irregular. A cristalinidade é uma propriedade que altera o grau de dissolução do biomaterial e é dependente da temperatura de sinterização. O uso de altas temperaturas (acima de 1000°C) por um período de no mínimo 6 horas, seguido de um resfriamento lento durante o processo de síntese, resulta na mais perfeita forma do cristal e, com isso, menor é o grau de degradação.

A estrutura da hidroxiapatita permite substituições catiônicas e aniônicas isomorfas com grande facilidade. O Ca^{2+} pode ser substituído por metais, tais como: Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Sr^{2+} , Co^{2+} , Fe^{2+} , etc., e os grupos fosfatos, por carbonatos e vanadatos e as hidroxilas por carbonatos, flúor e cloro. Essas substituições podem alterar a cristalinidade, os parâmetros de rede, as dimensões dos cristais, a textura superficial, a estabilidade e a solubilidade da estrutura da hidroxiapatita e, conseqüentemente, o grau de reabsorção da hidroxiapatita. Em suma, o controle de tais parâmetros microestruturais é de extrema importância, pois variam de acordo com a metodologia empregada na preparação da amostra.

REFERÊNCIAS

Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine. Editado por: Buddy D. Ratner, Hoffman A. S., Schoen, F. J., Lemons, J. E., 1996, Academic Press, San Diego, California, USA.

FULMER, M. T.; MARTIN, R. I.; BROWN, P. W. Formation of Calcium deficient Hydroxyapatite at near-physiological temperature. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 3, 299-305, 1992.

RIGO, E. C. S.; GEHRKE, S. A.; CARBONARI, M. Síntese e caracterização de hidroxiapatita obtida pelo método da precipitação. *Revista Dental Press Periodontia Implantol*, 1(3), 39-50, 2007.

MISCH, C. E. Biomateriais utilizados em implantes dentários. In: _____ (editor). *Implantes dentários contemporâneos*. 2. ed. São Paulo: Ed. Santos, 2000. p. 271-302.

HORNEZ, J. C. ; CHAI, F. ; MONCHAU, F. et al. Biological and physico-chemical assessment of hydroxyapatite (HA) with different porosity. *Biomol. Eng*, 2007, 24:505-509.

QUESTÃO 22

Para átomos hidrogenoides, a quantização dos níveis de energia é dada por:

$$E = \frac{Z^2}{n^2} \left(\frac{e^2}{2a_0} \right), \text{ onde } Z \text{ é o número, } e \text{ é a carga do elétron, } n \text{ é o número quântico principal e } a_0 \text{ é}$$

o Raio de Bohr. Sabendo-se que, na presença de um campo magnético externo, o diagrama de energia de átomos hidrogenoides sofre alteração, qual é a degenerescência máxima observada no nível $n = 3$, nessa condição?

- A. 0
- B. 1
- C. 3
- D. 9
- E. 12

RESPOSTA: alternativa (C)

COMENTÁRIO

Esta questão refere-se à degenerescência que fica ao aplicar o campo magnético. Como sabemos, os nove orbitais que seriam degenerados na ausência do campo respondem de maneiras diferentes à aplicação de um campo magnético. O número quântico magnético m está relacionado com isso.

Então quando aplicamos esse campo, o que ocorre exatamente? O orbital s , que tem $m_l = 0$, não sofre alteração. Os orbitais p têm $m_l = -1, 0, +1$. Aquele orbital que tem $m_l = 0$ não sofre alteração, mas a energia dos outros dois altera-se levemente (para mais ou para menos). Os orbitais d têm $m_l = -2, -1, 0, +1, +2$. De novo, o orbital de $m=0$ não muda, mas os outros sofrem uma alteração proporcional ao valor de m , deixando de ter a mesma energia. Com isso, conclui-se que existem três orbitais que permanecem degenerados: os três que têm $m_l = 0$.

REFERÊNCIAS

- COTTON, A. F.; MILKINSON, G.; GAUS, P. *Basic Inorganic Chemistry*. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1995.
- DECOCK, R. L.; GRAY, H. B. *Chemical Structure and Bonding*. Sausalito: University Science Books, 1989.

QUESTÃO 23

A determinação de cloretos solúveis pode ser feita por gravimetria, precipitando-se AgCl (s) pela adição de excesso de solução de AgNO_3 . Para quantificar a massa de AgCl , torna-se necessário promover a coagulação do sistema coloidal formado. Qual das ações listadas a seguir contribui para desestabilizar o AgCl coloidal, permitindo realizar a análise gravimétrica?

- A. Adicionar um eletrólito ao sistema.
- B. Adicionar um agente nucleador ao meio.
- C. Adicionar à solução de AgNO_3 rapidamente ao meio.
- D. Resfriar o sistema após a adição da solução de AgNO_3 .
- E. Manter o sistema em repouso durante a adição da solução de AgNO_3 .

RESPOSTA: alternativa (A)

COMENTÁRIO

Em uma análise gravimétrica de cloretos por precipitação com solução de AgNO_3 , obtém-se uma suspensão de AgCl , sendo necessário provocar a coagulação do coloide para condução da análise. As suspensões coloidais são estáveis e não coagulam espontaneamente. Cabe lembrar que em uma suspensão coloidal as partículas são positiva ou negativamente carregadas, como resultado da retenção de cátions ou ânions na superfície (adsorção).

Em uma solução que contém um excesso de nitrato de prata, as partículas coloidais de AgCl encontram-se recobertas por uma camada de adsorção primária, que consiste principalmente em íons prata. Ao redor dessa camada, encontra-se uma camada de solução com contra-íons (principalmente nitrato), para balancear a carga da superfície das partículas. Os íons prata primeiramente adsorvidos e a camada do contra-íon constituem a dupla camada elétrica, que é responsável pela estabilidade da suspensão coloidal.

A desestabilização das partículas coloidais é feita pelo processo de coagulação através do agrupamento das mesmas. A coagulação de uma suspensão coloidal pode ser induzida por aquecimento, principalmente se acompanhado de agitação (exatamente o oposto das alternativas D e E), por diminuir o número de íons adsorvidos nas partículas da suspensão coloidal. Adicionalmente, as partículas podem adquirir energia cinética suficiente a altas temperaturas para superar a barreira da proximidade imposta pela dupla camada. Uma maneira ainda mais efetiva de coagular um coloide consiste em aumentar a concentração de eletrólito em solução (alternativa A).

Ao adicionarmos um composto iônico adequado a uma suspensão coloidal, aumenta a quantidade de contra-íon na vizinhança de cada partícula, provocando uma redução do volume da camada do contra-íon. As partículas podem, então, se aproximar mais umas das outras e sofrer aglomeração formando uma massa amorfa que se deposita e pode ser filtrada dando prosseguimento à análise.

As alternativas (B) e (C) se referem ao mecanismo de formação do precipitado. Sabemos que na formação de um precipitado competem dois tipos de processos: a nucleação e o crescimento do cristal. Ainda que a precipitação inicie com a nucleação, os dois processos sempre competem na formação do precipitado. Assim, a adição de um agente nucleador favorecerá o processo de nucleação. Mas devemos lembrar que o crescimento do cristal sobre a nucleação é desejável, por resultar em precipitados com características mais apropriadas à etapa de filtração. Portanto, descartamos a alternativa (B).

Por fim cabe salientar que uma solução encontra-se supersaturada quando contém mais soluto do que deve estar presente no equilíbrio. Em uma solução menos supersaturada, a nucleação é mais lenta, sendo favorecido o crescimento das partículas. As técnicas que promovem o crescimento das partículas incluem a elevação da temperatura (para aumentar a solubilidade e, conseqüentemente, diminuir a supersaturação) e a adição lenta do agente precipitante, nesse caso o AgNO_3 , com agitação intensa da mistura (evitando uma condição local de elevada supersaturação), o contrário das condições indicadas na alternativas (C), (D) e (E).

REFERÊNCIAS

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. *Fundamentos de Química Analítica*. 8. ed. São Paulo: Thomson, 2007.

HARRIS, D. C. *Análise química quantitativa*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

BACCAN, N.; ANDRADE, J. C.; GODINHO, O. E. S.; BARONE, J. S. *Química Analítica Quantitativa Elementar*. 6. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

QUESTÃO 24

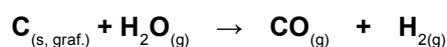
A 700° C e 1 atm, a constante de equilíbrio para a reação $C(s, \text{graf}) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + H_2(g)$ é igual a 1,6. Nessas condições, ao atingir o equilíbrio, qual a fração molar aproximada de hidrogênio na fase gasosa?

- A. 0,12
- B. 0,26
- C. 0,33
- D. 0,44
- E. 0,55

RESPOSTA: alternativa (D)

COMENTÁRIO

A questão envolve o conceito de constantes de equilíbrio em função da pressão parcial dos componentes gasosos (K_p) e das frações molares (K_x), para a reação heterogênea:



Como se trata de um equilíbrio heterogêneo, ambas as constantes são expressas exclusivamente em função dos componentes gasosos:

$$K_p = \frac{P_{\text{monóxido de carbono}} \cdot P_{\text{hidrogênio}}}{P_{\text{água}}} \quad (1.1)$$

$$K_x = \frac{X_{\text{monóxido de carbono}} \cdot X_{\text{hidrogênio}}}{X_{\text{água}}} \quad (1.2)$$

Por sua vez a relação entre essas duas constantes é expressa por:

$$K_p = K_x \cdot P^{\Delta n}$$

onde Δn representa a diferença entre os coeficientes dos produtos e reagentes, apenas dos componentes gasosos, que no caso da reação vale **1,0**.

Por outro lado a soma das frações molares é unitária, ou seja:

$$X_{\text{monóxido de carbono}} + X_{\text{hidrogênio}} + X_{\text{água}} = 1,0$$

Ainda, como os coeficientes estequiométricos dos componentes gasosos são iguais, as seguintes relações podem ser escritas:

$$X_{\text{monóxido de carbono}} = X_{\text{hidrogênio}} = X_{\text{água}}$$

$$X_{\text{água}} = 1 - 2 X_{\text{hidrogênio}}$$

Substituindo algumas dessas relações na expressão da constante de equilíbrio em função das frações molares acima (1.2), resulta:

$$K_x = 1,6 = X_{\text{hidrogênio}}^2 / (1 - 2 X_{\text{hidrogênio}}) \quad (1.3)$$

sendo a única incógnita a fração molar do componente hidrogênio ($X_{\text{hidrogênio}}$).

Resolvendo a equação (1.3) obtêm-se para a fração molar do hidrogênio dois resultados (raízes da equação de 2ª. ordem), dos quais o único satisfatório é **0,44**.

REFERÊNCIAS

RUSSEL, J. B. *Química Geral*. 2. ed. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1998, 1268 p.

BRADY, J. E.; HUMISTON, G. E. *Química Geral*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996. 410p.

ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de Química*. Porto Alegre: ARTMED, 1998, 914 p.

MASTERTON, W.; SLOWINSKI, E.; STANITSKI, C. *Princípios de Química*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1990. 681 p.

QUESTÃO 25

O Processo Haber-Bosch para a produção de amônia se baseia na redução catalítica do N_2 pelo H_2 sob altas pressões. Uma das alterações introduzidas no Processo Haber-Bosch foi a utilização do CH_4 como fonte de H_2 . A reação catalisada entre CH_4 e vapor d'água gera H_2 , CO e CO_2 . Depois das etapas de purificação, traços de CO que poderiam envenenar o catalisador à base de ferro, são retirados sobre um catalisador de Ni , que leva o CO à CH_4 em presença de H_2 . A lei de velocidade dessa reação é: $v = kP_{CO}\sqrt{P_{H_2}} / (1 + bP_{H_2})$, onde P_i é pressão parcial, k é a velocidade específica e b uma constante positiva.

A respeito desse sistema, foram feitas as seguintes afirmações:

- I. a formação da amônia a partir dos reagentes em seus estados padrões é um processo espontâneo;
- II. na formação da amônia, o aumento da temperatura desloca o equilíbrio na direção dos produtos;
- III. a reação de conversão de CO em metano é de primeira ordem em relação do CO ;
- IV. na conversão de CO em metano, o aumento da concentração de H_2 acelera a reação.

Dados:

SUBSTÂNCIA	$NH_3(G)$	$N_2(G)$	$H_2(G)$
\overline{S}_{298}^0 (cal.K ⁻¹ .mol ⁻¹)	46,0	45,8	31,2

$$\Delta_f H_{298}^0 (NH_3) = - 11040 \text{ cal.mol}^{-1}$$

São corretas **APENAS** as afirmações

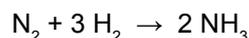
- A. I e II.
- B. I e III.
- C. II e III.
- D. II e IV.
- E. III e IV.

RESPOSTA: alternativa (B)

COMENTÁRIO

Esta questão aborda tópicos de termodinâmica e cinética química. As afirmativas I e II dizem respeito à termodinâmica da reação de formação da amônia, ao passo que as afirmativas III e IV abordam a cinética da conversão do CO em metano.

A equação química que descreve a produção da amônia é



A afirmativa I é sobre a espontaneidade da reação, que se verifica calculando o ΔG . Se o sinal algébrico de ΔG for negativo, é sinal que a reação é espontânea nas condições dadas. Dado que G é definido como $G = H - TS$, temos que

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

sob condições de temperatura constante. Para encontrar o ΔG dessa reação, precisamos encontrar o ΔH e o ΔS , fazendo:

$$\Delta H = \Delta_f H(\text{produtos}) - \Delta_f H(\text{reagentes}) = 2 \Delta_f H(\text{NH}_3) - [\Delta_f H(\text{N}_2) + 3 \Delta_f H(\text{H}_2)]$$

$$\Delta S = S(\text{produtos}) - S(\text{reagentes}) = 2 S(\text{NH}_3) - [S(\text{N}_2) + 3 S(\text{H}_2)]$$

Note que não podemos nos esquecer de levar em conta os coeficientes estequiométricos ao montar essas equações. Para calcular o ΔH , devemos nos dar conta de que o $\Delta_f H$ do $\text{H}_2(\text{g})$ e do $\text{N}_2(\text{g})$ são ambos zero, pois trata-se dos elementos na sua forma mais estável nas condições-padrão.

Fazendo os cálculos, encontramos:

$$\Delta H = 2 \cdot (-11040) - [0 + 3 \cdot (0)] = -22080 \text{ cal.mol}^{-1}$$

$$\Delta S = 2 \cdot (46,0) - [45,8 + 3 \cdot (31,2)] = -47,4 \text{ cal.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

Com isso, podemos aplicar a equação (1) e achar o ΔG na temperatura padrão de 298 K:

$$\Delta G = -22080 \text{ cal.mol}^{-1} - [298 \text{ K} \cdot (-47,4 \text{ cal.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})] = -7954,8 \text{ cal.mol}^{-1}$$

Podemos ver que $\Delta G < 0$ e, portanto, a reação é espontânea. Dessa maneira, a afirmativa I está correta.

A afirmativa II trata do efeito da temperatura sobre o valor da constante de equilíbrio. Sabe-se que o aumento da temperatura favorece o sentido dos produtos nas reações endotérmicas, e nas reações exotérmicas, desfavorece. Vimos pelo cálculo que $\Delta H < 0$, o que mostra que a reação é exotérmica. Portanto, o aumento da temperatura *desfavorece* o sentido dos produtos. Assim, a afirmativa II está errada.

A afirmativa III fala em ordem de reação. Para reações em fase gasosa, a ordem da reação em relação a um componente descreve a variação da velocidade de reação v em relação à variação da pressão parcial P desse componente. Por exemplo, se v é diretamente proporcional a P , dizemos que a reação é de primeira ordem; se é proporcional ao quadrado de P , dizemos que é de segunda ordem, e assim por diante.

A equação de velocidade mostrada no enunciado mostra que v é diretamente proporcional a P_{CO} . (Note que os termos na raiz quadrada e nos parênteses não dependem da pressão de CO, isto é, são constantes em relação a P_{CO} .) Portanto, a reação é de primeira ordem em relação ao CO e a afirmativa III é correta. (Chegando até aqui, já temos condições de assinalar a alternativa (B) como correta.)

A afirmativa IV exige que analisemos o que acontece com a velocidade de reação quando varia a pressão parcial do hidrogênio, P_{H_2} . Isso não é algo óbvio, pois a equação de velocidade mostra que a dependência de P_{H_2} não é muito simples. Uma maneira de verificar isso é comparar v quando atribuímos valores distintos para P_{H_2} . Por exemplo, se $P_{H_2} = 1$ (em unidades arbitrárias), teremos:

$$v_1 = k P_{CO} \cdot 1/(1+b)$$

Mas se fizermos $P_{H_2} = 4$, teremos:

$$v_2 = k P_{CO} \cdot 2/(1+b.4).$$

Ao aumentarmos assim a pressão de hidrogênio, aumentará a velocidade? Isso depende do valor de b . Imagine que b seja um valor muito pequeno, tão pequeno que é praticamente zero. Nesse caso, v_1 e v_2 tornam-se, aproximadamente,

$$\begin{aligned} v_1 &= k P_{CO} \\ v_2 &= k P_{CO} \cdot 2 \end{aligned}$$

e a velocidade *aumenta* com o aumento da P_{H_2} . Mas se b for muito grande, acontecerá que o termo bP_{H_2} será muito maior que 1, e assim, na lei de velocidade, o termo $1+bP_{H_2}$ será aproximadamente igual a bP_{H_2} . Nesse caso, teremos

$$\begin{aligned} v_1 &= k P_{CO} \cdot 1/b \\ v_2 &= k P_{CO} \cdot 2/(b.4) = k P_{CO} \cdot 1/(2b) \end{aligned}$$

Então, com b grande observa-se que o aumento da pressão de hidrogênio acarreta uma *diminuição* da velocidade de reação. Portanto, a afirmativa IV não é correta.

Assim, somente as afirmativas I e III estão corretas e a alternativa certa é a (B).

REFERÊNCIAS

ATKINS, P. W. *Physical Chemistry*. 5. ed. Oxford: Oxford University Press, 1995.

_____. *Físico-Química*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

PILLA, L. *Físico-Química I: Termodinâmica Química e Equilíbrio Químico*. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2006.

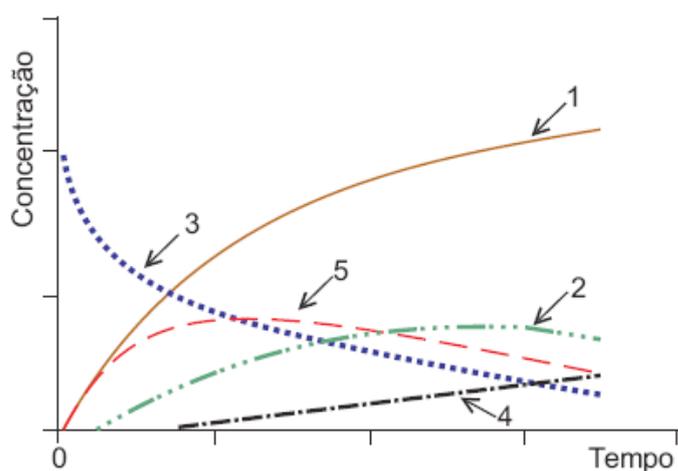
MOORE, W. J. *Físico-Química*. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1976.

CASTELLAN, G. *Fundamentos de Físico-Química*. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

QUESTÃO 26

As lípases são enzimas capazes de catalisar a reação de biotransformação dos triésteres de glicerol presentes nos óleos vegetais com álcool etílico, produzindo monoésteres de etanol, o “biodiesel brasileiro”.

A seguir é apresentado um gráfico qualitativo da variação da concentração com o tempo de reação, obtido na biotransesterificação do trixadacanoato de glicerila com etanol, catalisada por lípase.



Sobre o comportamento dessa reação e sua curva cinética, foram feitas as seguintes afirmativas:

- I. as curvas **1, 2, 3 e 4** representam as variações das concentrações dos produtos formados ao longo da reação;
- II. a curva **5** representa a variação da concentração do triéster de glicerol com o tempo de reação;
- III. a curva **4** representa a variação de concentração do glicerol formado na reação;
- IV. a curva **1** representa a variação da concentração de hexadecanoato de etila com o tempo de reação.

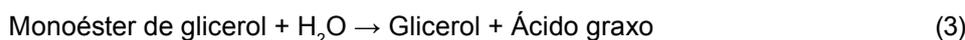
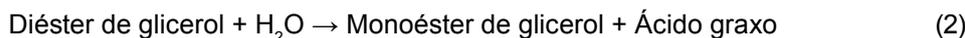
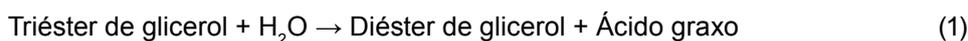
Estão corretas **APENAS** as afirmativas

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

RESPOSTA: alternativa (E)

COMENTÁRIO

A questão trata da conversão de um triéster do glicerol em um biodiesel, no caso, um monoéster do etanol. Essa conversão passa por diversas etapas:



As quebras sucessivas dos ésteres de glicerol (1 a 3) são responsáveis pela formação do ácido graxo, que é reagente na reação (4).

Devemos notar que no instante inicial o único reagente presente no sistema (além da água e do etanol) é o triéster de glicerol, que terá uma concentração definida, ao passo que os demais ainda não foram formados e terão concentração zero. Isso permite que identifiquemos a **curva 3** com o triéster de glicerol.

Devemos observar também que o diéster e o monoéster de glicerol são intermediários, isto é, são substâncias que são produzidas e mais tarde são consumidas no sistema. Portanto, a concentração deles deverá começar em zero, aumentar até certo ponto, mas ao final deverá declinar. Isso permite que identifiquemos as **curvas 2 e 5** com essas substâncias. Note que na sequência de reações o diéster é produzido antes do monoéster, de modo que se pode afirmar que a **curva 5** corresponde ao diéster de glicerol e a **curva 2**, ao monoéster de glicerol.

Há dois produtos finais que tendem a acumular-se no sistema, pois não são consumidos por mais nenhuma reação: o glicerol, gerado pela reação (3), e o monoéster de etanol (hexadecanoato de etila), gerado pela reação (4). Ambos terão curvas de concentração que iniciam em zero e tendem a crescer continuamente. Por esse motivo, as **curvas 1 e 4** são candidatas a descrever as concentrações desses dois produtos. Mas qual corresponde a qual?

Devemos notar que o glicerol só começa a ser produzido na reação (3), isto é, depois que o triéster de glicerol já sofreu duas quebras sucessivas. Isso significa que o glicerol só começa a aparecer no sistema relativamente tarde. O monoéster de etanol (hexadecanoato de etila), por outro lado, começa a se formar mais cedo: desde a reação (1) o ácido graxo necessário é formado no sistema, o que permite a ocorrência da reação (4). Portanto, a **curva 1** corresponde ao hexadecanoato de etila e a **curva 4** corresponde ao glicerol.

Dentre as afirmativas propostas no enunciado, notamos que a I está errada, pois nem todas as curvas mencionadas são de produtos (a curva 3 é de um reagente); a II está errada, pois o triéster de glicerol é um reagente e não poderia iniciar com concentração zero; a III está certa, conforme vimos; a IV também está certa. Portanto, a resposta é a alternativa (E).

REFERÊNCIAS

ATKINS, P. W. *Physical Chemistry*. 5. ed. Oxford: Oxford University Press, 1995.

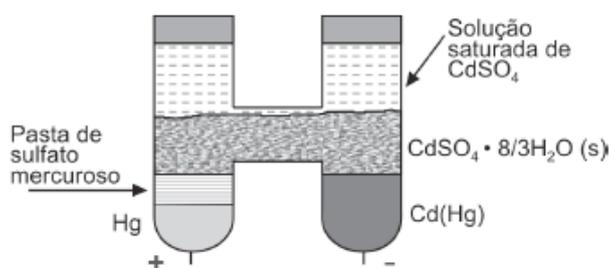
_____. *Físico-Química*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

MOORE, W. J. *Físico-Química*. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1976.

CASTELLAN, G. *Fundamentos de Físico-Química*. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

QUESTÃO 27

A célula de Weston, representada a seguir, foi usada durante muitos anos como padrão de potencial devido à reprodutibilidade do valor de seu potencial (1,0180 V a 25° C).



A notação dessa pilha é dada por:



Analisando as informações a respeito da Célula de Weston, conclui-se que

- A. a reação anódica é: $\text{Cd(Hg)} + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{CdSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O(s)} + 2\text{e}^-$
- B. a reação catódica é: $\text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cd(Hg)}$
- C. o potencial da pilha não é afetado pela retirada de qualquer quantidade de carga da célula.
- D. o fluxo de elétrons parte do eletrodo de Hg para o eletrodo de Cd(Hg) pelo circuito externo.
- E. o catodo é formado pelo amálgama de cádmio.

RESPOSTA: alternativa (A)

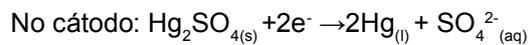
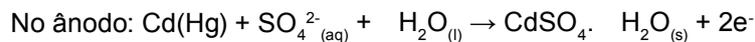
COMENTÁRIO

A célula ou pilha de Weston possui um invólucro de vidro em forma de H, sendo um dos eletrodos o de mercúrio e o outro um amálgama de cádmio (liga de mercúrio e cádmio, Cd(Hg)). Acima do eletrodo

de mercúrio é colocada uma pasta de sulfato mercurioso e, acima desta e do amálgama de cádmio, a célula é preenchida com cristais de sulfato de cádmio. O tubo é, então, preenchido com uma solução saturada de sulfato de cádmio.

Como apresentado na figura, o eletrodo de mercúrio é o cátodo, indicado por um sinal positivo (+), e o de amálgama de cádmio é o ânodo, indicado por um sinal negativo (-). No diagrama que representa a célula, também se observa essa indicação, uma vez que, por convenção, o eletrodo indicado à esquerda é o ânodo e o da direita, o cátodo. Ânodo é o eletrodo no qual ocorre o processo de oxidação e cátodo o eletrodo no qual ocorre a redução. Portanto, no eletrodo de mercúrio ocorre a redução (ganho de elétrons) e no eletrodo de amálgama de cádmio, a oxidação (perda de elétrons), sendo que o fluxo de elétrons ocorre do eletrodo de Cd(Hg) para o eletrodo de Hg.

As reações eletródicas estão apresentadas a seguir:



Nesse contexto, a alternativa A é a correta.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P. W. *Physical Chemistry*. 5. ed. Oxford: Oxford University, 1995.

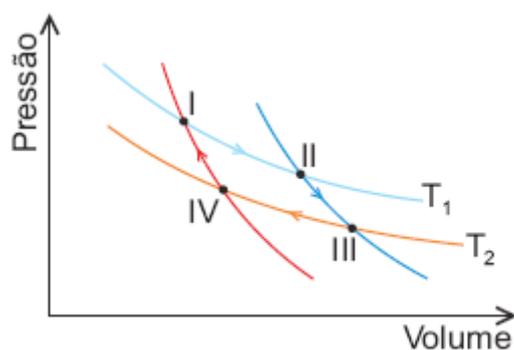
_____. *Físico-Química*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

MOORE, W. J. *Físico-Química*. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1976.

CASTELLAN, G. *Fundamentos de Físico-Química*. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

QUESTÃO 28

Certa máquina térmica, que opera segundo o Ciclo de Carnot, recebe 40 kJ de calor da fonte quente. As etapas do ciclo, todas elas reversíveis, estão representadas a seguir.



Etapa I → II isotérmica a temperatura $T_1 = 1.000 \text{ K}$

Etapa II → III adiabática desde 1.000 K até 200 K

Etapa III → IV isotérmica a temperatura $T_2 = 200 \text{ K}$

Etapa IV → I adiabática desde 200 K até 1.000 K

Qual a variação de entropia, em J/K, na etapa III → IV?

(Dado $\eta = 1 - (T_2/T_1)$, onde η é o rendimento do ciclo, T_2 é a temperatura da fonte fria e T_1 é a temperatura da fonte quente)

- A. 40.
- B. 20.
- C. 0.
- D. - 20.
- E. - 40.

RESPOSTA: alternativa (E)

COMENTÁRIO

A etapa III → IV, isotérmica à temperatura $T_2 = 200$ K, corresponde a um processo de compressão e, portanto, nesta etapa o sistema perde calor para o meio externo que, pelas convenções, o calor trocado (perdido) pelo sistema terá sinal algébrico negativo ($Q < 0$). Portanto estão excluídas as alternativas (A) e (B), nas quais o sinal algébrico da entropia é positivo, e (C) em que o valor é zero, já que a variação de entropia é determinada pelo quociente:

$$\Delta S = Q_2 / T_2$$

A questão informa, por outro lado, que o rendimento do ciclo é dado pela expressão:

$$\eta = 1 - (T_2 / T_1)$$

sendo T_1 a temperatura da fonte quente (1.000 K) e T_2 a temperatura da fonte fria (200 K).

Ainda, o rendimento de um ciclo pode ser determinado pelas expressões:

$$\eta = 1 - (T_2 / T_1) = 1 - (Q_2 / Q_1)$$

em que Q_1 é o calor recebido da fonte quente (40 kJ) e Q_2 é o calor transferido para a fonte fria, sendo esta a grandeza a ser determinada.

Substituindo os valores das temperaturas T_1 e T_2 na expressão do rendimento do ciclo, podemos obter o seu valor:

$$\eta = 1 - (200 / 1.000) = 1 - 0,2 = 0,8$$

Sendo conhecido o valor do rendimento do ciclo, pode ser calculado o valor do calor cedido para a fonte fria (Q_2), ou seja:

$$0,8 = 1 - (Q_2 / Q_1) = 1 - (Q_2 / 40)$$

$$Q_2 = - 8 \text{ kJ} = - 8.000 \text{ J}$$

Portanto, a variação de entropia na etapa isotérmica III ® IV será dada por:

$$\Delta S = Q_2 / T_2 = (- 8.000 \text{ J} / 200 \text{ K}) = - 40 \text{ J} / \text{K}$$

REFERÊNCIAS

ATKINS, P. W. *Physical Chemistry*. 5. ed. Oxford: Oxford University, 1995.

_____. *Físico-Química*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

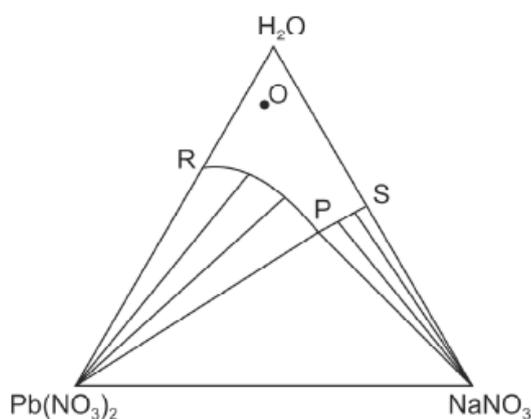
PILLA, L. *Físico-Química I – Termodinâmica Química e Equilíbrio Químico*. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2006.

MOORE, W. J. *Físico-Química*. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1976.

CASTELLAN, G. *Fundamentos de Físico-Química*. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

QUESTÃO 29

A figura a seguir representa o diagrama de fases do sistema água, nitrato de chumbo e nitrato de sódio, a 25° C e 1 atm.



Analisando-se o diagrama, conclui-se que

- A. o sistema representado pelo ponto O é uma solução saturada em $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.
- B. o ponto P representa uma solução duplamente saturada em $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ e NaNO_3 .
- C. o ponto S representa o hidrato formado entre o NaNO_3 e a água.
- D. o $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ é mais solúvel em água do que o NaNO_3 .
- E. a adição de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ a soluções aquosas de NaNO_3 aumenta a solubilidade do NaNO_3 em água.

RESPOSTA: alternativa (B)

COMENTÁRIO

Examinando o diagrama de fases, observamos que ele fornece informações sobre fases em função da composição. Cada *vértice* do triângulo representa uma substância pura; cada *aresta* do triângulo representa sistemas de apenas dois componentes; os pontos *dentro do triângulo* indicam a presença dos três componentes.

A região entre a curva R – P – S e o vértice H_2O representa soluções insaturadas. Isso poderia ser deduzido, sem necessidade de memorização, pois em composições próximas da água pura (vértice H_2O) as soluções necessariamente são insaturadas. O ponto O, situado dentro dessa região, representa, portanto, uma solução insaturada que contém tanto $Pb(NO_3)_2$ como $NaNO_3$. Com isso, podemos eliminar a alternativa (A).

Notamos ainda que o ponto R divide a aresta $H_2O - Pb(NO_3)_2$ em duas regiões. Qual seria o significado desse ponto? Imagine que vamos percorrer essa aresta partindo do vértice H_2O em direção ao vértice $Pb(NO_3)_2$. No início, temos um trecho em que a solução é insaturada. Mas, conforme aumentamos o teor de $Pb(NO_3)_2$ no sistema, chegamos a uma solução saturada. E aumentando ainda mais o teor de $Pb(NO_3)_2$, teremos o sal sólido em equilíbrio com uma fase líquida saturada.

Portanto, é exatamente em R que temos uma solução saturada de $Pb(NO_3)_2$; o trecho que vai de R até o vértice $Pb(NO_3)_2$ representa sistemas heterogêneos, que contêm uma fase sólida de $Pb(NO_3)_2$ e uma fase líquida saturada.

Quando o sistema é uma solução saturada em $Pb(NO_3)_2$ que contém algum $NaNO_3$, ele estará representado na curva R – P – $NaNO_3$. Essa curva representa uma extensão do ponto R para a situação em que há $NaNO_3$ presente.

De maneira análoga, o ponto S divide a aresta $H_2O - NaNO_3$ em duas regiões, e exatamente em S o sistema é uma solução saturada de $NaNO_3$ aquoso. A curva S – P – $Pb(NO_3)_2$ é a extensão do ponto S para os casos em que há algum $Pb(NO_3)_2$ presente.

Com isso, podemos ver que o ponto P representa uma solução duplamente saturada em $Pb(NO_3)_2$ e $NaNO_3$, de modo que a alternativa (B) é a correta.

Devemos ainda assinalar que a alternativa (C) é incorreta porque afirma que o ponto S representa um hidrato, quando na realidade esse ponto representa uma solução saturada em $NaNO_3$.

A alternativa (D) também é incorreta. Podemos comparar as solubilidades analisando onde estão os pontos que representam as soluções saturadas. Quando um sal é muito solúvel, haverá um grande teor desse sal na solução saturada. Em outras palavras, quando um sal é muito solúvel, o ponto que representa a solução saturada na aresta $H_2O - \text{sal}$ tenderá a estar mais próximo do vértice do sal. No diagrama, podemos ver que S, a solução saturada de $NaNO_3$, fica mais ou menos na metade do caminho entre os vértices H_2O e $NaNO_3$. A solução saturada R, de $Pb(NO_3)_2$, está bem mais distante do vértice do $Pb(NO_3)_2$. Portanto, o sal mais solúvel em água é o $NaNO_3$.

Por fim, a alternativa (E) também é incorreta. A questão que se coloca é sobre o efeito do $Pb(NO_3)_2$ sobre a solubilidade do $NaNO_3$, isto é, sobre a curva S – P – $Pb(NO_3)_2$. Observamos que, conforme percorremos essa curva a partir de S em direção ao vértice do $Pb(NO_3)_2$, ela se mantém praticamente como uma reta, não se desviando nem para o lado da H_2O , nem para o lado do $NaNO_3$. Portanto, a adição de $Pb(NO_3)_2$ não causa aumento da solubilidade do $NaNO_3$.

REFERÊNCIAS

DICK, Y. P.; SOUZA, R. F. *Físico-Química*. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2006.

GLASSTONE, S. *Textbook of Physical Chemistry*. 2. ed. London: Van Nostrand Press, 1946.

QUESTÃO 30

Derivados halogenados são bons substratos para a preparação de éteres, em laboratório, através de reação com reagentes nucleofílicos fortes, como o metóxido de sódio. A velocidade dessas reações pode ser drasticamente aumentada pela escolha apropriada do solvente.

Considere os substratos 3-bromo-3-etil-hexano e brometo de etila. Qual o tipo de mecanismo e o solvente adequado para a reação desses substratos halogenados com o metóxido de sódio?

(Dado: DMSO corresponde a $(\text{CH}_3)_2\text{S}=\text{O}$)

	3-BROMO-3-METIL-HEXANO		BROMETO DE METILA	
	Mecanismo	Solvente	Mecanismo	Solvente
A.	$\text{S}_{\text{N}}1$	DMSO	$\text{S}_{\text{N}}2$	DMSO
B.	$\text{S}_{\text{N}}1$	Hexano	$\text{S}_{\text{N}}2$	hexano
C.	$\text{S}_{\text{N}}1$	Hexano	$\text{S}_{\text{N}}1$	metanol
D.	$\text{S}_{\text{N}}2$	DMSO	$\text{S}_{\text{N}}1$	metanol
E.	$\text{S}_{\text{N}}2$	Metanol	$\text{S}_{\text{N}}2$	hexano

RESPOSTA: alternativa (A)

COMENTÁRIO

SOBRE O 3-BROMO-3-METIL-HEXANO

Nas reações de substituição nucleofílica, um substrato (cadeia carbônica) que contém um grupo abandonador (no caso, o bromo) ligado a um carbono 3° tende a formar carbocátion, devido à estabilização da carga positiva, no caso do **3-bromo-3-metil-hexano**, os 3 substituintes (metila, etila e propila) ligados ao carbono no qual ocorre a reação de substituição estabilizam o carbocátion formado através do efeito de hiperconjugação e a reação deve ser procedida através do mecanismo de 1ª ordem. Sabemos que solventes polares apróticos, tal como o DMSO, favorecem a reação de $\text{S}_{\text{N}}1$, que aumenta a velocidade de ionização de um haleto de alquila, devido a sua habilidade em solvatar cátions e ânions tão eficientemente. Esse aumento na velocidade ocorre porque a solvatação estabiliza mais o estado de transição, levando a um carbocátion intermediário e a um íon haleto, do que estabiliza os reagentes; assim a energia livre de ativação é mais baixa.

SOBRE O BROMETO DE METILA

Nas reações de substituição nucleofílica, um substrato (cadeia carbônica) que contém um grupo abandonador (no caso, o bromo) ligado a um carbono 1° não tende a formar carbocátion devido à baixa estabilização da carga positiva, e a reação deve ser procedida através do mecanismo de 2ª ordem. Assim sendo, no caso do **brometo de metila**, a reação ocorrerá via S_N2 .

Sabemos que solventes **polares apróticos**, tal como o DMSO, favorecem a reação de S_N2 , pois possuem um baixo poder de solvatação do carbono parcialmente positivo formado, contribuindo para o ataque nucleofílico do íon metoxila, ao mesmo tempo que ocorre a saída do grupo abandonador (bromo).

Ainda, solventes apróticos são aqueles cujas moléculas não têm um átomo de hidrogênio ligado a um átomo de um elemento com alta eletronegatividade.

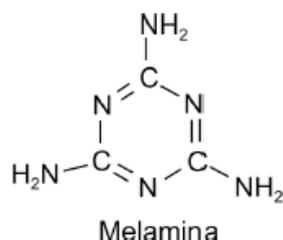
A resposta é a alternativa (A), pois nas demais alternativas o que se encontra erroneamente é que o hexano é um solvente **apolar** aprótico e o metanol é um solvente polar **prótico**, não sendo os solventes ideais para esses tipos de reações.

REFERÊNCIA

SOLOMONS, G.; FRYHLE, G. *Química Orgânica*. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 2001.

QUESTÃO 31

Recentemente, a imprensa internacional divulgou informação relacionada à contaminação de leite em pó com melamina, cuja estrutura está representada a seguir.



A adulteração do leite tinha como objetivo simular níveis de proteínas mais altos do que os que realmente existiam no leite. As proteínas mais abundantes do leite são as caseínas (fosfoproteínas de massa molecular da ordem de 18 a 25 kDa).

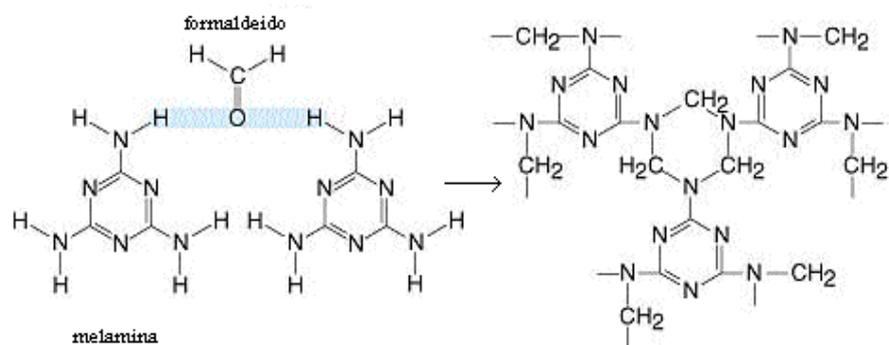
Comparando-se a estrutura da melamina com a da caseína, conclui-se que ambas

- A. possuem ligações peptídicas.
- B. geram aminoácidos por hidrólise.
- C. formam polímeros de condensação com o formaldeído.
- D. apresentam o mesmo teor de nitrogênio.
- E. podem ser analisadas por cromatografia gasosa.

RESPOSTA: alternativa (C)

COMENTÁRIO

As aminas reagem com formaldeído para formar polímeros de condensação como é mostrado a seguir.



As alternativas (A) e (B) referem-se à proteína caseína, que não pode ser analisada por cromatografia gasosa, pois se decompõe e que não tem o mesmo teor de nitrogênio que a melamina. Desse modo, alternativa correta é (C).

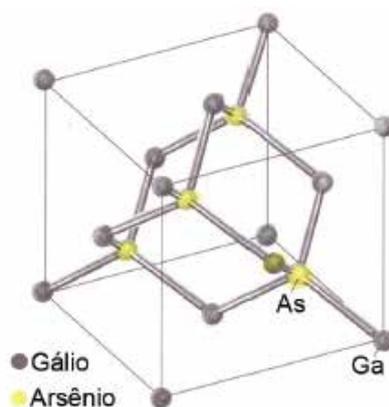
REFERÊNCIA

SOLOMONS, G.; FRYHLE, G. *Química Orgânica*. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 2001.

QUESTÃO 32

O arsenieto de gálio é um material semicondutor usado na fabricação de diodos emissores de luz, dispositivos que transformam energia elétrica em radiação eletromagnética. O arsenieto de gálio pode ser dopado com outros elementos, gerando semicondutividade do tipo *n* (formação de nível doador de elétrons) e/ou semicondutividade do tipo *p* (formação de nível receptor de elétrons).

O semicondutor tem uma célula unitária do tipo apresentado na figura a seguir.



Analisando a estrutura cristalina do arsenieto de gálio e sabendo-se que o sítio de As foi dopado por Se, a fórmula do arsenieto de gálio e o tipo de semicondutor formado após a dopagem são, respectivamente,

	FÓRMULA DO ARSENIETO DE GÁLIO	TIPO DE SEMICONDUTOR
A.	GaAs	<i>N</i>
B.	GaAs	<i>P</i>
C.	GaAs ₃	<i>N</i>
D.	GaAs ₃	<i>P</i>
E.	GaAs ₅	<i>P</i>

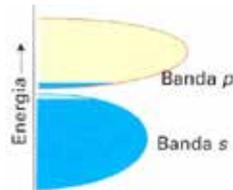
RESPOSTA: alternativa (A)

COMENTÁRIO

Primeiramente, deve-se esclarecer o tipo de semicondutividade que ocorre, pois existem dois tipos de semicondutividade: os semicondutores intrínsecos e os semicondutores extrínsecos.

Em um semicondutor intrínseco, a *band gap* (espaço entre os dois subníveis *s* e *p*) é tão pequena que a distribuição de Fermi-Dirac resulta em alguns elétrons populando a banda vazia.

Ex.:



Em um semicondutor extrínseco, a semicondutividade se dá devido à presença de impurezas adicionadas intencionalmente e podem ser do tipo *n* e *p*.

SEMICONDUTIVIDADE TIPO N

- *n* – indica que os portadores de carga são elétrons negativos.

Ex.: introduzindo átomos de As (arsênio) em um cristal de Si (silício), um elétron adicional ficará disponível para cada átomo de dopante que é inserido – **Dopagem Substitucional** –, pois o As possui 1 elétron a mais na camada de valência que o Si.



SEMICONDUTIVIDADE TIPO P

- Um procedimento substitucional alternativo é dopar o Si com átomos de um elemento com menos elétrons de valência, como o Ga – **Introdução de espaços positivos no sólido**.

• Os átomos dopantes formam uma banda receptora muito estreita, vazia, que se encontra acima da banda cheia do Si.



Sabendo que o selênio possui mais elétrons na camada de valência que o arsênio e, com isso, atinge um nível doador de elétrons, classificamos a semicondutividade como do tipo n .

Em segundo lugar, para se calcular a fórmula dos materiais semicondutores compostos por ligas metálicas, é necessário saber o quanto cada átomo representa para a estrutura formada:

- cada átomo situado no interior de uma estrutura cúbica representa inteiramente para cada estrutura cúbica;
- cada átomo situado na face de uma estrutura cúbica representa $1/2$ para cada estrutura cúbica;
- cada átomo situado na aresta de uma estrutura cúbica representa $1/4$ para cada estrutura cúbica;
- cada átomo situado no vértice de uma estrutura cúbica representa $1/8$ para cada estrutura cúbica.

Com base nessas informações, vamos calcular a fórmula do composto formado.

A estrutura é constituída de:

- 8 átomos de gálio em cada vértice, portanto, $8 \times 1/8 = 1$
- 6 átomos de gálio em cada face, portanto, $6 \times 1/2 = 3$
- 4 átomos de arsênio no interior da estrutura, portanto, $4 \times 1 = 4$

Assim temos, $\text{Ga}_4\text{As}_4 = \mathbf{GaAs}$ e, portanto, a resposta é a alternativa (A).

REFERÊNCIAS

SHIVER, D. L.; ATKINS, P. W. *Química Inorgânica*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

BARROS, H. L. C. *Química Inorgânica: Uma Introdução*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1992.

LEE, J. D. *Química Inorgânica não tão concisa*. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

QUESTÃO 33

A produção de madeira plástica ou compósito de plástico-madeira pode ser feita a partir de resíduos plásticos reciclados. Já pode ser encontrado no mercado nacional um produto resultante da mistura de polietileno de alta densidade (PEAD) com serragem de madeira, pigmentos e plastificante.

A respeito da análise espectroscópica da madeira plástica e de suas matérias-primas, foram feitas as seguintes afirmativas:

- I. o espectro de infravermelho do PEAD apresenta bandas de estiramento na região de 1.700 cm^{-1} ;
- II. o espectro de RMN de ^{13}C em solução de PEAD apresenta sinais na região de 120-145ppm;
- III. o espectro de infravermelho da madeira plástica pode ser obtido sob a forma de filme, solubilizando a amostra em solvente apolar;
- IV. o espectro de infravermelho da madeira plástica apresenta bandas na região de 3.400 cm^{-1} , provenientes da celulose, e banda na região de 1.450 cm^{-1} , proveniente do polietileno.
- V. Está(ão) correta(s) **APENAS** a(s) afirmativa(s)

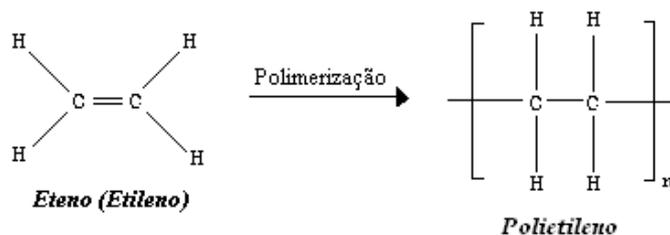
(Observação: as tabelas com as faixas características de absorção no infravermelho e deslocamento químico de ^{13}C encontram-se no início do caderno de questões)

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

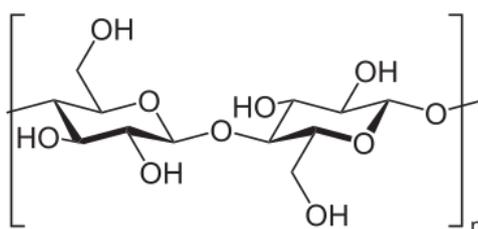
RESPOSTA: alternativa (B)

COMENTÁRIO

O polietileno de alta densidade é um polímero obtido através da síntese polimerização do etileno.



Só há ligação do tipo carbono-carbono e carbono-hidrogênio. Já a celulose é um polímero natural que tem a glicose como monômero.



Podem-se observar, além das ligações citadas, ligações do tipo hidrogênio-oxigênio e carbono-oxigênio. Através das tabelas fornecidas, só podemos constatar no infravermelho a banda de vibração angular correspondente à ligação carbono-hidrogênio (1450 cm^{-1}) e a banda correspondente da ligação oxigênio (3400 cm^{-1}) que são polietileno e celulose, respectivamente. Desse modo, a **única alternativa correta é a (B)**.

REFERÊNCIA

PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M.; KRIZ, G. *Introdução à espectroscopia*. São Paulo: Editora CENGAGE (2010). 716 p.

QUESTÃO 34

Os resultados de análises de amostras de 100 mL de água, recolhidas, ao longo de três meses, de um córrego urbano, evidenciaram a presença de, em média, 3,2 mg de matéria orgânica (na forma de glicose – $C_6H_{12}O_6$ – cuja massa molar é 180 g/mol).

Autoridades e membros da comunidade local se reuniram para discutir a respeito da qualidade da água do rio. Cinco participantes da reunião emitiram os seguintes pareceres:

P1: A qualidade da água do rio é boa. Há oxigênio na água suficiente para degradar toda a matéria orgânica e manter a vida aquática.

P2: A qualidade da água do rio ainda é boa, uma vez que cerca de três quartos da matéria orgânica podem ser decompostos.

P3: Nas condições atuais, no máximo, 50% da matéria orgânica pode ser decomposto, e a manutenção da vida aquática fica comprometida.

P4: A qualidade da água tornou-se inadequada para sustentar a vida aquática e, nas atuais condições, apenas cerca de 25% da matéria orgânica pode ser decomposto.

P5: A quantidade de matéria orgânica precisa ser reduzida a, aproximadamente, 2% dos níveis atuais para poder sustentar a vida aquática.

Um Químico foi chamado a opinar sobre a veracidade dos pareceres. Para tal, levou em consideração que:

- a concentração mínima de O_2 na água para sustentar a vida aquática é de 5 ppm, à temperatura média de $20^\circ C$;
- a solubilidade do oxigênio em rios depende de vários fatores, mas para cálculos mais simples pode ser considerada igual a solubilidade do O_2 em água, que é de 9 ppm, a $20^\circ C$ e 1 atm.

Analisando os dados, o Químico recomendou o Parecer

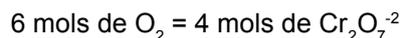
- A. P1
- B. P2
- C. P3
- D. P4
- E. P5

RESPOSTA: alternativa (D)

COMENTÁRIO

A quantidade de matéria oxidável expressa como equivalente em oxigênio é proporcional à quantidade de dicromato de potássio consumida e pode ser entendida como a medida da quantidade de matéria orgânica (MO).

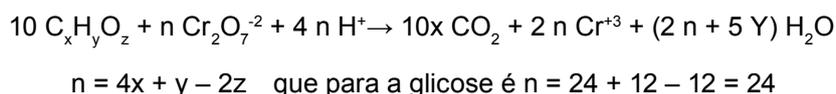
A relação entre o O_2 e o $Cr_2O_7^{-2}$ corresponde a:



Assim, a quantidade de $Cr_2O_7^{-2}$ correspondente a 9 ppm ou 9 mg/L e a 5 ppm ou 5 mg/L é, respectivamente:

$$\frac{2,8 \times 10^{-4} \times 4}{6} = 1,9 \times 10^{-4} \text{ mols de } Cr_2O_7^{-2} \quad \text{e} \quad \frac{1,6 \times 10^{-4} \times 4}{6} = 1,07 \times 10^{-4} \text{ mols de } Cr_2O_7^{-2}$$

A quantidade de matéria orgânica (MO) para glicose é calculada pela equação química:



(*Energ. Agric.*, Botucatu, v. 20, n. 4, 2005, p 69-82)



A relação entre MO e $Cr_2O_7^{-2}$ é de 1 / 2,4.

A quantidade de glicose em mols por L de água é $0,032 \text{ g} / 180 \text{ g/mol} = 1,8 \times 10^{-4} \text{ mols}$.

Que consome $2,4 \times 1,8 \times 10^{-4} \text{ mols} = 4,32 \times 10^{-4} \text{ mols de } Cr_2O_7^{-2}$.

A concentração de O_2 necessária para a sustentação da vida na água é suficiente para consumir aproximadamente 25% da matéria orgânica presente. Portanto a alternativa correta é a (D).

REFERÊNCIAS

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. *Química Ambiental*. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

VON SPERLING, Marcos. *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. Belo Horizonte: Editora UFMG/DESA, 1998.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. *Introdução à Química Ambiental*. Porto Alegre: Bookman, 2004.

COMPONENTE ESPECÍFICO/CONTEÚDOS
ESPECÍFICOS/QUÍMICO COM ATRIBUIÇÕES TECNOLÓGICAS
(corresponde ao Bacharel – Linha de Formação em Química Industrial)

QUESTÃO 41

Transferência de calor é um fenômeno importante em diversos processos industriais. Considere as seguintes afirmações relativas a um processo em que uma mistura de ar e vapor de água é aquecida, passando através de um trocador de calor duplo tubular que opera na configuração em contracorrente.

- I. A umidade absoluta permanece constante, enquanto a umidade relativa e a temperatura do bulbo úmido diminuem durante o processo.
- II. O valor do coeficiente global de troca térmica associado a este processo cresce com o aumento da velocidade do fluido.
- III. A taxa de calor trocado depende da viscosidade e da massa específica dos fluidos envolvidos no processo.
- IV. As trocas térmicas serão intensificadas pela introdução de irregularidades na superfície do sólido, pois estas intensificam a turbulência do escoamento.
- V. Nesse processo existe apenas transferência de calor por condução.

Para o processo apresentado estão corretas **APENAS** as afirmativas

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

RESPOSTA: alternativa (D)

COMENTÁRIO

Esta questão trata de um fenômeno de transferência de calor, ou seja, energia térmica em trânsito devido a uma diferença de temperatura.

A transferência de calor pode ocorrer de três modos:

- condução;
- convecção;
- radiação.

Quando um fluido, a determinada temperatura, escoar sobre uma superfície sólida com temperatura diferente, ocorre transferência de calor entre o fluido e a superfície sólida, como consequência do movimento do fluido em relação à superfície, e esta transferência se dá por **convecção forçada**.

Nesses processos de transferência, o **coeficiente Global de troca térmica (U)** está relacionado a parâmetros adimensionais, como, por exemplo, o número de Reynolds. O número de Reynolds é a medida da relação entre o efeito de inércia e o efeito viscoso e também da possibilidade de desenvolvimento de turbulência (ex: **introdução de irregularidades na superfície do sólido**). É diretamente proporcional à **velocidade de escoamento do fluido**.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{L}{\kappa} + \frac{1}{h_2}} \quad q = U A \Delta T$$

O coeficiente de convecção h depende de **propriedades físicas do fluido**, da velocidade do fluido, da geometria da superfície sólida, **do tipo de escoamento**, etc.

Além disso, esses parâmetros adimensionais estão relacionados às propriedades físicas dos fluidos, como, por exemplo, as suas viscosidades e massa específica. Logo, essas propriedades influem na **taxa de calor trocado (q)**.

REFERÊNCIAS

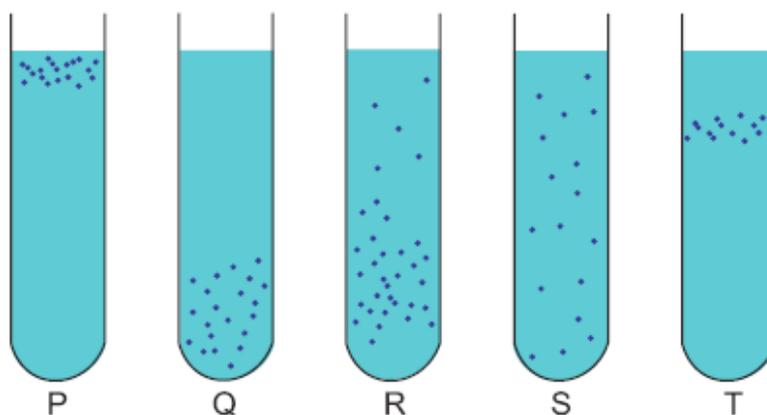
FELDER, R. M.; ROUSSEAU, R. W. *Princípios Elementares dos Processos Químicos*. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

HIMMELBLAU, D. M. *Engenharia Química – Princípios e Cálculos*. Rio de Janeiro: Editora Prentice Hall do Brasil, 1998.

BRASIL, N. I. *Introdução à Engenharia Química*. Rio de Janeiro: Editora Interciências, 1999.

QUESTÃO 42

O oxigênio é o receptor final de elétrons na respiração celular. Muitos sistemas enzimáticos de células requerem, para funcionar, um meio extremamente redutor, isto é, um baixo potencial de redução. Outros requerem condições oxidantes, isto é, um potencial de redução elevado. Na figura estão representados, de modo esquemático, os microorganismos quanto à sua demanda de oxigênio. Todos os tubos de ensaio estão abertos para a atmosfera e os microorganismos estão representados pelos pontos pretos.



Considere os processos biotecnológicos a seguir.

Processo X – produção de acetona a partir do *Clostridium acetobutylicum* (anaeróbico).

Processo Y – produção de tetraciclina a partir do *Streptomyces auriofacens* (aeróbico).

Processo Z – produção de dextrana a partir do *Leuconostoc mesenteroides* (anaeróbico facultativo)

A partir da análise da figura, os tubos de ensaio que representam o comportamento dos microorganismos adequados para os processos X, Y e Z são, respectivamente,

- A. P, R e S.
- B. P, R e T.
- C. Q, P e R.
- D. Q, R e T.
- E. T, P e R.

RESPOSTA: alternativa (C)

COMENTÁRIO

No processo X temos um microrganismo anaeróbio e, portanto, ele crescerá de acordo com a figura Q (distante da superfície do tubo) em ausência de oxigênio.

No processo Y o microrganismo, por ser aeróbio, crescerá na superfície do tubo, onde estará mais em contato com uma maior concentração de oxigênio, portanto, a figura do tubo P é a que melhor representa o crescimento de um microrganismo aeróbico.

O processo anaeróbico facultativo “Z” é mais bem representado pelo tubo R, em que o microrganismo apresenta um crescimento em todo o tubo, porém com maior intensidade na região distante da superfície. Os microrganismos aeróbicos facultativos crescem na ausência de oxigênio ou em baixas concentrações de oxigênio.

REFERÊNCIAS

CAMPBELL, M. K. *Bioquímica*. Trad.: De Henrique Bunselmeyer Ferreira [et al.]. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas do Sul, 2000.

LEHNINGER, A. L. *Bioquímica: As bases moleculares da estrutura e da função celular*. Rio de Janeiro: LTC, 1990.

CECCHI, H. M. *Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos*. Campinas, São Paulo: Editora da Unicamp, 2001.

HORST, W. P. *Cinética enzimática*. Fortaleza: Ed. UFC, 1987.

STRYER, L. *Bioquímica*, 4. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 1996.

MARZZOCO, A. *Bioquímica básica*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

QUESTÃO 43

A instalação de uma planta química requer uma análise de riscos cuidadosa. As instalações são classificadas de acordo com o índice de risco. O conhecimento de conceitos relacionados à análise de riscos é importante para que a avaliação seja realizada adequadamente. Dentro deste contexto, como se define risco social?

- A. Probabilidade de que um equipamento ou sistema opere com sucesso por um período de tempo especificado e sob condições de operação definidas.
- B. Número de mortes esperadas por ano em decorrência de acidentes com origem na instalação/atividade, usualmente expresso em mortes/ano.
- C. Todo acontecimento não desejado que pode vir a resultar em danos físicos, lesões, doença, morte, agressões ao meio ambiente, prejuízos na produção.
- D. Medidas dos prejuízos econômicos e/ou danos ao meio ambiente ou mortes/danos de pessoas, tanto em termos de probabilidade como de magnitude.
- E. Frequência anual esperada de morte devido a acidentes com origem em uma instalação para uma pessoa situada em um determinado ponto nas proximidades da mesma.

RESPOSTA: alternativa (B)

COMENTÁRIO

A definição do termo “Risco social” em estudos de Análise de Riscos é a seguinte: o risco associado a uma instalação ou atividade é o número de mortes esperadas por ano em decorrência de acidentes com origem na instalação/atividade, usualmente expresso em mortes/ano.

Assim a alternativa (B) é a correta e descreve exatamente a definição do termo encontrada na literatura técnica.

Em relação às demais alternativas: a resposta (A) é a definição do Termo Confiabilidade em Análise de Risco. O Item (C) define o termo “Acidente”, enquanto o item (E) descreve o que se entende por “Risco Individual”.

O item (D) é o que apresenta maior dificuldade, uma vez que o mesmo pode ser considerado como uma forma genérica de definir Risco: “Medida de danos e prejuízos potenciais, expressa em termos de: probabilidade estatística de ocorrência; intensidade ou grandeza das consequências possíveis.

Relação existente entre: a probabilidade estatística de que uma ameaça de evento adverso ou de acidente determinado se concretize com uma magnitude definida; o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos.”

REFERÊNCIAS

FEPAM. *Manual de Análise de Riscos Industriais*. Departamento de Controle Ambiental/Divisão de Controle da Poluição Industrial. Porto Alegre-RS, 2001.

NUNES, M. P. *Análise de Risco no Processo de Avaliação de Impactos Ambientais*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba, 2011.

CASTRO, A. L. C. *Manual de Planejamento em Defesa Civil*. Volume I. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Defesa Civil. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/min000018.pdf>>. Acesso em: maio/2011.

QUESTÃO 44 – DISCURSIVA

O tolueno é um composto orgânico volátil (VOC) normalmente encontrado em água residuais provenientes de plantas industriais ou da limpeza de tanques de armazenamento de gasolina.

Na planta de aromáticos de uma indústria petroquímica é gerado um efluente aquoso que contém tolueno em baixa concentração. Para recuperar o tolueno desse efluente, foi utilizado o processo de adsorção em fase líquida, em leito fixo, com carvão ativado granular.

a. Qual o fenômeno de transporte mais importante no processo de adsorção?

(valor: 2,0 pontos)

Padrão de resposta esperada – ENADE

O fenômeno de transferência de massa.

b. Cite três características importantes do carvão ativado e descreva um procedimento de laboratório para escolher o melhor carvão entre três fornecedores, considerando a utilização de um espectrofotômetro de UV-visível.

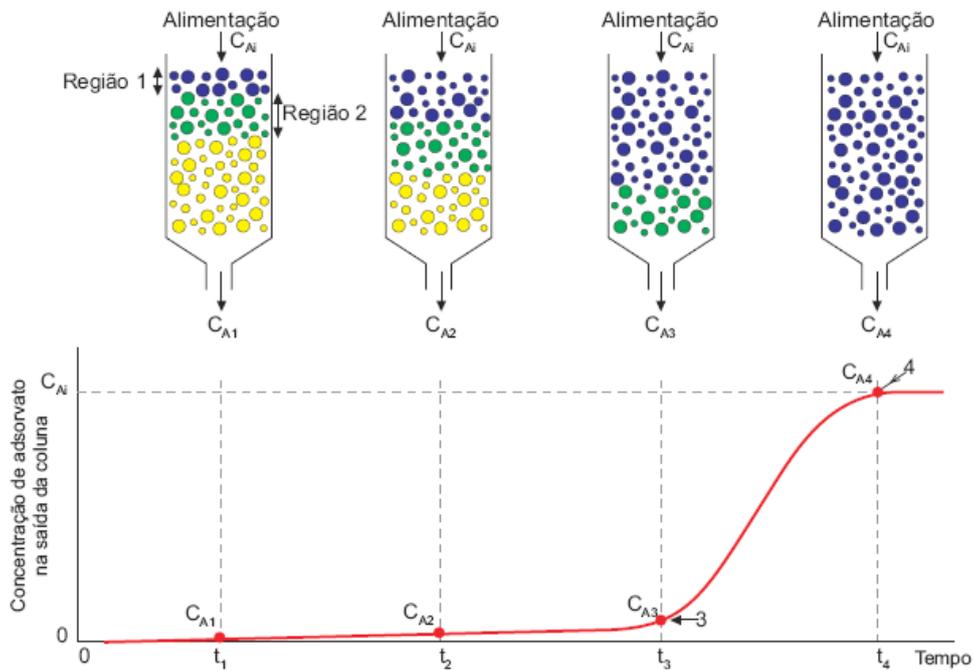
(valor: 4,0 pontos)

Padrão de resposta esperada – ENADE

Baixo custo; elevada área superficial (300 a 1200 m²/g); característica hidrofóbica e/ou organofílica (ou afinidade pelo tolueno).

O procedimento pode ser realizado adicionando a mesma quantidade dos diferentes tipos de carvão ativado a erlenmeyers dotados de tampa, contendo a solução aquosa de tolueno na concentração em que este se encontra no afluente. A massa de carvão ativado não pode ser muito grande; o teste deve iniciar com uma massa pequena, pois, caso todo o tolueno seja adsorvido, não será possível diferenciar entre os diferentes tipos de carvão. Esses frascos devem estar todos na mesma temperatura e devem ser agitados para acelerar o processo de transferência de massas. Outro frasco isento de carvão, e contendo a mesma solução aquosa, também deve ser colocado no banho termostático como referência. Em intervalos de tempo determinados, uma alíquota de solução de cada frasco deve ser removida e filtrada para, então, ser analisada no espectrofotômetro UV-visível com cubeta de quartzo, a qual deve ser completamente seca para evitar efeitos de diluição. Este procedimento deve ser repetido até que a absorbância da solução de cada frasco não varie mais com o tempo. O experimento deve ser realizado em triplicata. A solução final que apresentar a menor concentração de tolueno é a que contém o carvão ativado granular mais eficiente.

c. A adsorção em leito fixo é um processo em estado não estacionário. A figura a seguir representa esse modo de operação de forma esquemática e gráfica, na qual se indica a concentração do adsorvato no efluente da coluna em função do tempo do processo.



Analisando a figura e o gráfico anterior, explique o que significa:

- 1) a região 1
- 2) a região 2
- 3) o ponto 3
- 4) o ponto 4

(valor: 4,0 pontos)

Padrão de resposta esperada – ENADE

Região 1 – corresponde à zona saturada, isto é, a região imediatamente atrás da zona de adsorção.

Região 2 – corresponde à região ativa do leito onde a adsorção ocorre (zona de transferência de massa ou zona de adsorção).

Ponto 3 – representa o máximo de concentração que se pode admitir de soluto no efluente (ponto de ruptura). A partir desse ponto, o leito começa a perder a eficiência.

Ponto 4 – representa ponto de completa saturação do leito.

QUESTÃO 45 – DISCURSIVA

A questão do lixo urbano é um problema inerente à sociedade atual. Numa cidade onde é realizada a coleta seletiva, o chamado “lixo seco” é constituído por 45% de papel e papelão, 15% de tecidos e refugos de jardim, 6% de latas e metais ferrosos leves, 4% de peças grandes de ferro e aço, 7% de vidros, 5% de alumínio e metais não ferrosos, 10% de material não adubável como borracha e cimento e 8% de plásticos. Em vista dessa composição, considera-se que: (1) o vidro, as peças grandes de ferro e aço, o alumínio e os metais não ferrosos, os plásticos e o papel/papelão sejam passíveis de reaproveitamento; (2) o material remanescente seja moído e reduzido a partículas menores que 1 polegada de diâmetro e misturado com lama do tratamento de esgoto doméstico. A lama fornece bactérias e nitrogênio, que ajudarão na formação de um composto vegetal. Após seis dias de repouso, a mistura é pulverizada e seca. O produto obtido tem textura e valor comparáveis à turfa vegetal.

a. Apresente duas vantagens sob o ponto de vista do impacto social, decorrentes da implantação de uma Usina de Reciclagem de Lixo que recebe 200 t/dia de resíduos e cria cerca de 60 postos de trabalho direto na etapa de triagem. Justifique.

(valor: 3,0 pontos)

Padrão de resposta esperada – ENADE

Quanto aos aspectos sociais, a vantagem da incorporação de catadores ao mercado formal de trabalho não pode ser desprezada. No que diz respeito à salubridade, os catadores não mais terão contato direto com o lixo, passando a trabalhar, protegidos, junto às esteiras. O aumento da produtividade alcançado, ao transformar-se em renda do chefe da família, dispensará a ajuda de crianças e idosos na composição da renda familiar. Dessa forma, a usina representa melhoria no quadro de emprego e renda e traz à taxaçaõ um setor que hoje faz a riqueza de muitos. Esse processo de separação apresenta vantagens significativas em termos de produtividade em relação à *catação selvagem no lixão*. O uso de tecnologia adequada, com utilização de equipamentos simplificados e mão de obra intensiva, vem apresentando, em relação aos processos intensivos em capital, resultados alentadores em termos de economicidade e qualidade do produto final.

(valor: 3,0 pontos)

b. Cite três orientações relativas à higiene e segurança do trabalho que devem ser fornecidas aos trabalhadores que fazem triagem do lixo.

(valor: 3,0 pontos)

Padrão de resposta esperada – ENADE

O aluno deve citar três entre as orientações a seguir.

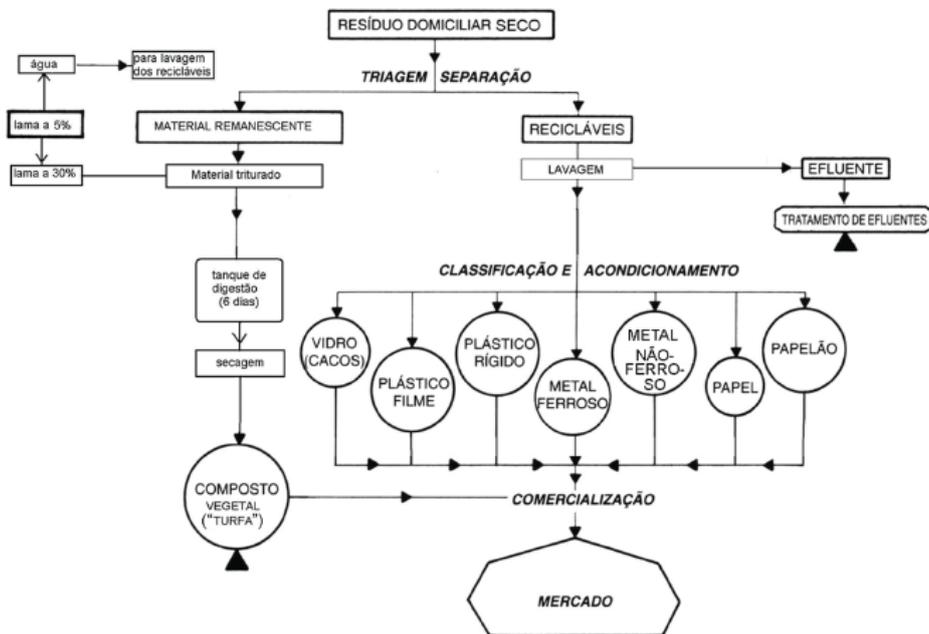
- Os trabalhadores devem ser orientados a usar os equipamentos de proteção individual, tais como luvas, aventais, eventualmente óculos e máscaras de pó, importantes para resguardar a saúde dos trabalhadores.
- Os trabalhadores devem ser treinados quanto à operação dos equipamentos e às diversas funções que lhes cabe executar.
- Deve-se fazer a explanação do processo para o entendimento da importância de cada etapa para o resultado final e do processo como um todo para o benefício da sociedade e do meio ambiente.
- Os trabalhadores devem ser esclarecidos sobre os riscos das operações por eles realizadas, apresentando-se noções de saúde e higiene.
- Os trabalhadores devem ser orientados a não manter contato direto com o lixo.

(Outras respostas adequadas também serão aceitas)

(valor: 3,0 pontos)

c. Com base nas informações fornecidas, construa um fluxograma para a implantação de uma Usina de Reciclagem de Lixo. Considere que a lama do tratamento de esgotos, constituída por 5% de sólidos, é enriquecida até 30% de sólidos, antes de ser misturada ao material remanescente.

(valor: 4,0 pontos).



QUESTÃO 46 – DISCURSIVA

Considere as duas rotas a seguir para a produção de ácido acético.

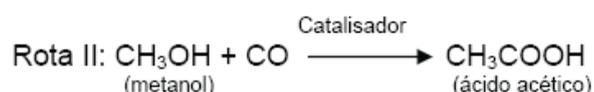
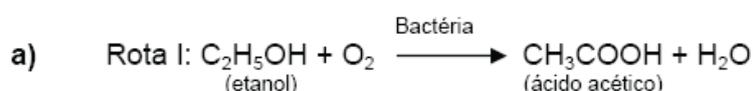
Rota I – Produção aeróbia de ácido acético a partir de etanol por bactérias acéticas.

Rota II – Ácido acético obtido pela carbonilação do metanol (catálise homogênea).

a. Escreva as reações químicas envolvidas em cada uma das rotas de produção de ácido acético apresentadas.

(valor: 3,0 pontos)

Padrão de resposta esperada – ENADE



(valor: 3,0 pontos)

b. Considere a produção aeróbia de ácido acético em um reator que contém 30 L de solução de etanol com concentração 9,2 g.L⁻¹. Uma linhagem de Acetobacter aceti foi adicionada ao meio, e este foi vigorosamente agitado. Após algum tempo, restavam 2 g.L⁻¹ de etanol e haviam sido produzidos 6 g.L⁻¹ de ácido acético. Qual a conversão de etanol a ácido acético nessa condição de cultivo?

(valor: 4,0 pontos)

Padrão de resposta esperada – ENADE

Pela reação química, 1 mol de etanol produz 1 mol de ácido acético. Tomando-se como base 30 L de solução, a massa de ácido produzida seria igual a 180 g, o que corresponde a 3 mols de ácido. Portanto, foram consumidos 3 mols (138 g) de etanol para a produção do ácido. Inicialmente há 276 g de etanol, o que corresponde a 6 mols. Assim, a conversão é dada por: conversão (%) = (mols [massa] que reagiram/mols [massa] de alimentação) x 100 = 50%.

(valor: 4,0 pontos)

c. Compare o processo da Rota I com os processos X e Y da Rota II, apresentados abaixo, abordando uma vantagem e uma desvantagem de cada um deles.

(valor: 3,0 pontos)

Conversão e condições de operação para dois processos comerciais de produção de ácido acético por carbonilação

PROCESSO	CONVERSÃO (MOL%)	T (K)	P (BAR)
X	90 (CH ₃ OH) e 90 (CO)	455 – 515	500
Y	99 (CH ₃ OH) e 90 (CO)	425 – 475	30 – 60

Padrão de resposta esperada – ENADE

O aluno deverá indicar uma das vantagens e uma das desvantagens apresentadas a seguir.

Rota I

Vantagens: redução dos efeitos corrosivos; condições de operação suaves (temperatura, pressão); ocorrência da reação, geralmente, em soluções aquosas; redução das necessidades energéticas; reações químicas controladas sob condições de reação moderadas; mínimo impacto ambiental.

Desvantagens: baixa conversão; perda de reagentes (nem todo etanol consumido pelas bactérias transforma-se em ácido acético).

Rota II

Vantagens: conversões elevadas; perda mínima de reagentes; possibilidade de reciclagem do que não reagiu.

Desvantagens: problemas de corrosão; condições de operação mais severas; maior consumo de energia.

O processo Y tem vantagens sobre o processo X, pois apresenta uma conversão maior e condições de operação mais suaves.

(valor: 3,0 pontos)

COMPONENTE ESPECÍFICO/CONTEÚDOS ESPECÍFICOS/LICENCIADO

QUESTÃO 47

Os modelos atômicos geralmente são apresentados de forma sequencial, sem a devida discussão da ciência como uma construção humana, passando-se a impressão de que um modelo atômico simplesmente sucedeu o outro ou, ainda, de que o modelo mais moderno substituiu plenamente o anterior. Qual a visão de ciência do professor que trabalha em sala de aula dessa maneira?

- A. Moderna.
- B. Consensual.
- C. Falsificacionista.
- D. Positivista.
- E. Bachelardiana.

RESPOSTA: alternativa (D)

COMENTÁRIO

A questão aborda os “Modelos atômicos” na perspectiva da visão do professor e do modo como desenvolve esse conteúdo em sala de aula. A resposta mais correta para essa questão seria a (D), Positivista. Essa resposta se justificaria pelo caráter linear, cumulativo e de neutralidade, que tem relação com o positivismo.

Segundo Borges (2007, p. 73), “na visão positivista, a História da Ciência é concebida como uma sucessão de eventos, descobertas e teorias onde há um crescimento contínuo e cumulativo do conhecimento científico”. A mesma autora afirma que “é possível estudar o desenvolvimento histórico das ciências (no caso da questão, a química por meio dos modelos atômicos) sob diferentes abordagens, como por exemplo, de forma linear e cumulativa (positivismo)” (ibid., p. 75), o que confirma a resposta. O positivismo também pode justificar o assujeitamento da produção do conhecimento científico, ou seja, a não discussão da ciência como construção humana. Isso também está associado à percepção da ciência como objetiva e neutra, pensada assim por Augusto Comte.

Cabe discutir ainda, por que as demais respostas não estão corretas.

A visão “Moderna” de ciência (alternativa A) não responde à questão, que afirma que “o modelo mais moderno substituiu plenamente o anterior”. Constituída a partir da revolução científica do Sécu-

lo XVI, a Modernidade não está associada à resposta à questão, pois na perspectiva desse período, que abrange do mecanicismo determinístico de Descartes às teorias relativistas de Einstein, mesmo em tempos de crise de seus paradigmas, novas teorias não surgem em função do simples abandono de modelos e teorias, ditas superadas. Basta ver a convivência entre a Física clássica, baseada nas proposições de Isaac Newton, e a Mecânica Quântica. A primeira não foi simplesmente substituída pela segunda. Outro exemplo é o próprio “Modelo de Dalton” que ainda pode ser usado para explicar comportamento de gases, mesmo disponibilizando-se modelos mais avançados. Assim, para que essa alternativa fosse correta, ou seja, para que o professor tivesse uma visão moderna de ciência, trataria os modelos atômicos como complementares para situações determinadas, não excludentes, e afirmaria que um modelo não substitui totalmente outro modelo (SANTOS, 2002).

A visão “Consensual” de ciência (alternativa B) também não responde à questão, pois essa visão está apoiada nas ideias de Thomas Kuhn (2003), que propugna que o conhecimento emerge na ciência normal ou da pesquisa especializada na forma de paradigma, o qual assegura que as questões sobre os fundamentos da pesquisa são decididos de modo consensual. Quando não há mais esse consenso, o paradigma entra em um período de crise até haver novo consenso, novo período de ciência normal. Portanto, a visão descrita na questão não tem relação com a visão consensual.

A visão “Falsificacionista” (alternativa C), que tem Karl Popper como referência, também não está relacionada à situação descrita na questão. Para Popper (1978), a ciência tem início com a proposição de uma teoria, contrariando a visão indutiva de ciência que o processo científico inicia com a observação. Após propor uma teoria é que são realizados testes. Caso as observações não confirmem a teoria proposta ela será considerada falsa, sendo necessário propor nova teoria. No entanto, se os testes confirmarem a teoria ele será considerada uma conjectura não refutada, em vez de uma teoria provada. Essa visão de ciência difere da descrita na questão, pois a perspectiva linear dos modelos parte de irrefutabilidade dos modelos, já que uma substitui a outra. Outro aspecto a ser considerado é que a falseabilidade de uma teoria, na perspectiva de Popper, implica um processo experimental, o que não ocorre com os modelos atômicos modernos, pensados a partir de modelos matemáticos, não criados a partir de experimentos.

A perspectiva Bachelardiana (alternativa E), fundamentada no epistemólogo Gaston Bachelard, tem por base o processo de compreensão de um conceito científico, no qual o sujeito passa por cinco etapas: animismo, realismo, positivismo, racionalismo complexo e racionalismo dialético. No entanto, cada indivíduo passa de modo diferente dos outros de uma etapa para outra. Se um aluno está na etapa animista, outro pode estar na realista. Isso significa que a apresentação de uma visão única de modelo para todos os alunos, sem discussão para contemplar as diferenças, mostra que esse processo de ensino não tem por base as ideias bachelardianas.

Em que pese essas diferenças, a questão 47 foi anulada pelo INEP, pois subentende-se que as características apontadas na questão não seriam suficientes para caracterizar a visão de ciência. Além disso, essa questão exige competências superiores em relação ao que se esperaria de um aluno da graduação em Licenciatura em Química.

REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. 3. ed. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2001.

BORGES, R. M. R. *Em debate: cientificidade e educação em ciências*. 2. ed. EDIPUCRS, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. V. 2. Brasília: MEC, 2006.

KUHN, T. *A estrutura das revoluções científicas*. 7. ed. São Paulo: Perspectiva, 2003.

MENDONÇA, L. O.; VIDEIRA, A. P. Progresso científico e incomensurabilidade em Thomas Kuhn. *Scientiæ Studia*, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 169-83, 2007.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C.; RAMOS, M. G. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. do R. *Pesquisa em sala de aula: tendência para a educação em novos tempos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 9-24.

POPPER, K. R. *A lógica das ciências sociais*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1978.

ROSITO, B. A. O ensino de Ciências e a experimentação. In: MORAES, Roque (org.). *Construtivismo e ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

SANTOS, B. S. *Um discurso sobre as Ciências*. 13. ed. Porto: Edições Afrontamento, 2002.

QUESTÃO 48

Leia as propostas de experimento em laboratório descritas a seguir:

Experimento 1 – Colocam-se em uma bancada de laboratório diversos materiais, tais como pedaços de madeira, pregos, bolas de isopor, papéis, rolhas. A seguir, solicita-se aos alunos que determinem a densidade desses materiais a partir da seguinte informação fornecida pelo professor: $d = m/v$. O professor acompanha o desenvolvimento do trabalho, dirimindo dúvidas, e, ao término da atividade, discute com os alunos os resultados obtidos para cada um dos materiais.

Experimento 2 – O professor explicita aos seus alunos alguns conceitos relativos à solubilidade de sais, explicando quais são solúveis e quais são insolúveis. A seguir, leva-os para o laboratório e solicita aos alunos que façam o experimento, seguindo o roteiro que lhes foi dado, no qual estão relacionadas as várias soluções que devem ser misturadas. Ao final da aula, os alunos devem indicar quais misturam levam à precipitação de um sal e qual o tipo de sal será formado, de acordo com o que foi visto em sala de aula.

Experimento 3 – O professor vê na revista Química Nova na Escola dois experimentos muito interessantes: um que apresenta cromatografia de papel, utilizando tinta de caneta, e outro, por meio de oxidação dos metais, possibilita a gravação de várias figuras sobre telas de pintura permeáveis. Monta os dois experimentos em sala de aula, executa-os para que os alunos possam ver e pede para que eles anotem, discutam os resultados e respondam ao questionário após a explicação do funcionamento dos experimentos.

De que forma foram explorados os experimentos descritos acima?

	INVESTIGATIVA	DEMONSTRATIVA-ILUSTRATIVA
A.	Experimento 1	Experimentos 2 e 3
B.	Experimento 2	Experimentos 1 e 3
C.	Experimento 3	Experimentos 1 e 2
D.	Experimentos 1 e 2	Experimento 3
E.	Experimentos 1 e 3	Experimento 2

RESPOSTA: alternativa (A)

COMENTÁRIO

O experimento 1 tem caráter investigativo, pois o professor disponibiliza o material, apresenta um problema (determinar a densidade dos materiais) e fornece apenas uma fórmula, mas não fornece um roteiro. Acompanha o trabalho e orienta em caso de dúvidas, discutindo os resultados com os alunos. Nesse sentido, uma atividade de aprendizagem com característica investigativa parte de uma situação-problema, de uma pergunta (MORAES, Galiazzi, RAMOS, 2004) e busca reconstruir os argumentos dos sujeitos, que são comunicados para divulgação e validação.

O experimento 2 é nitidamente demonstrativo, pois o professor apresenta alguns conceitos, seguidos de um experimento que é proposto por meio de roteiro. Ao final do experimento, os alunos devem apresentar os resultados e os nomes dos compostos formados com base no que foi apresentado no início da aula. O fato de haver um roteiro a ser seguido e de se partir de conceitos dados pelo professor marca indícios de uma aula demonstrativo-ilustrativa, pois é ilustrado o que foi apresentado anteriormente. “Uma experimentação demonstrativa propõe atividades práticas voltadas à demonstração de verdades estabelecidas” (ROSITO, 2008, p. 200).

No experimento 3, quem realiza os procedimentos é o professor. Os alunos devem apenas observar e responder a um questionário após a explicação do professor sobre o que ocorreu, o que caracteriza uma demonstração com vistas a ilustrar os conhecimentos trabalhados pelo professor.

Portanto, a resposta correta é a (A).

REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. 3. ed. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2001.

BORGES, R. M. R. *Em debate: cientificidade e educação em ciências*. 2. ed. EDIPUCRS, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, 2006. V. 2.

KUHN, T. *A estrutura das revoluções científicas*. 7. ed. São Paulo: Perspectiva, 2003.

MENDONÇA, L. O.; VIDEIRA, A. P. Progresso científico e incomensurabilidade em Thomas Kuhn. *Scientiæ Studia*, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 169-83, 2007.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C.; RAMOS, M. G. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. do R. *Pesquisa em sala de aula: tendência para a educação em novos tempos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 9-24.

POPPER, K. R. *A lógica das ciências sociais*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1978.

ROSITO, B. A. O ensino de Ciências e a experimentação. In: MORAES, R. (org.). *Construtivismo e ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

SANTOS, B. S. *Um discurso sobre as Ciências*. 13. ed. Porto: Edições Afrontamento, 2002.

QUESTÃO 49

O documento “Orientações Curriculares Nacionais” (BRASIL, MEC, 2006) foi construído a partir de avanços oriundos dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e das Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN +). A esse respeito, considere as afirmações a seguir.

- I. documento deixa claro que é necessário treinar o estudante em relação ao conteúdo, possibilitando que o mesmo se prepare para diversos exames de seleção, que incluem concursos e vestibulares, como meio de inclusão social do estudante.
- II. O documento propõe conhecimentos químicos de base comum, mas permite a inclusão de outros conhecimentos de acordo com a realidade e o projeto pedagógico de cada escola, levando em consideração particularidades culturais, sociais e econômicas de cada região.
- III. O documento ressalta que a ciência deve ser apresentada ao aluno como uma construção humana, histórica, com implicações e limitações, e enfatiza a importância da experimentação como promotora do aprendizado capaz de articular os saberes teóricos e práticos.

Em relação ao que se propõe nas Orientações Curriculares Nacionais, estão corretas **APENAS** a(s) afirmativa(s)

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

RESPOSTA: alternativa (E)

COMENTÁRIO

Em relação à afirmativa I, o documento referido não trata, em nenhum momento, de treinamento de estudantes. Muito menos treinamento para resolver provas de exames vestibulares. Pelo contrário, o documento reafirma que “a educação geral no nível médio [...] nada tem a ver com o ensino enci-

clopedista e academicista dos currículos de ensino médio tradicionais, reféns do exame vestibular” (BRASIL, 2000, p. 73, citado por BRASIL, 2006, p. 105).

A afirmativa II está de acordo com as Orientações Curriculares, pois propõe conhecimentos químicos como uma base comum, mas respeita a autonomia do professor e da escola para introduzir alterações de acordo com o projeto pedagógico da escola. Isso é evidente no documento:

Cabe reafirmar o alerta já feito quanto à importância e à necessidade de serem analisados, com autonomia dos envolvidos, acréscimos, adaptações e reestruturações, no âmbito de cada coletivo organizado de educadores (na escola, no município, na região, no estado), conforme os princípios norteadores mencionados anteriormente. Assim, os conhecimentos químicos expressos nos Quadros 1 e 2 adiante constituem o núcleo básico comum (ao qual outros conhecimentos poderão ser acrescentados), que necessita ser organizado de acordo com a proposta pedagógica da escola. (BRASIL, 2006, p. 111)

A afirmativa III também está de acordo com as Orientações Curriculares, pois refere o conhecimento científico como uma construção humana, destacando a sua historicidade. Isso é evidenciado no texto a seguir:

Com essa abordagem, o que se pretende é levar o aluno a compreender e a reconhecer a natureza do conhecimento científico como uma atividade humana que, sendo histórica e socialmente construída, possui um caráter provisório, limitações e potencialidades, necessitando, pois, ser abordado em sua historicidade e em suas implicações na sociedade e em situações/ambientes diversificados. (BRASIL, 2006, p. 125)

Portanto, estão corretas as afirmativas II e III, que constituem a letra (E).

REFERÊNCIAS

- BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. 3. ed. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2001.
- BORGES, R. M. R. *Em debate: científicidade e educação em ciências*. 2. ed. EDIPUCRS, 2007.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, 2006. V. 2.
- KUHN, T. *A estrutura das revoluções científicas*. 7. ed. São Paulo: Perspectiva, 2003.
- MENDONÇA, L. O.; VIDEIRA, A. P. Progresso científico e incomensurabilidade em Thomas Kuhn. *Scientiæ Studia*, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 169-83, 2007.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C.; RAMOS, M. G. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. do R. *Pesquisa em sala de aula: tendência para a educação em novos tempos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 9-24.
- POPPER, K. R. *A lógica das ciências sociais*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1978.
- ROSITO, B. A. O ensino de Ciências e a experimentação. In: MORAES, R. (org.). *Construtivismo e ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.
- SANTOS, B. S. *Um discurso sobre as Ciências*. 13. ed. Porto: Edições Afrontamento, 2002.

QUESTÃO 50 – DISCURSIVA

Os estudos na área de ensino de Química mostram que o professor, em sua práxis, enfatiza mais alguns tópicos ou conceitos em detrimento de outros, seja pela falta de experiência, seja pela sua maior familiaridade com aquele tópico. Os critérios de seleção e organização de conteúdos de Química do professor tendem a seguir a estrutura do livro didático convencional, não existindo uma única forma de organização e seleção.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e as Orientações Curriculares Nacionais enfatizam a utilização da contextualização e da possibilidade da interdisciplinaridade, sem que haja uma linearidade, tão comum nos currículos escolares. Apresentam, também, uma forte recomendação para que se forme não só um estudante, mas um cidadão ciente e consciente de seus deveres e direitos, que possa agir de forma crítica frente aos vários problemas da sociedade.

a. O que diferencia uma abordagem conceitual contextualizada de uma abordagem conceitual interdisciplinar?

(valor: 3,0 pontos)

Padrão de resposta esperada – ENADE

ABORDAGEM CONCEITUAL CONTEXTUALIZADA – Os conteúdos impregnados da(s) realidade(s) do aluno demarcam o significado pedagógico da contextualização. A contextualização imprime significados e relevância aos conteúdos escolares. É também um “meio” de possibilitar ao aluno uma educação para a cidadania concomitante à aprendizagem significativa de conteúdos. Assim, a contextualização se apresenta como um modo de ensinar conceitos das ciências ligado à vivência dos alunos, seja ela pensada como recurso pedagógico ou como princípio norteador do processo de ensino. A contextualização como princípio norteador caracteriza-se pelas relações estabelecidas entre o que o aluno sabe sobre o contexto a ser estudado e os conteúdos específicos que servem de explicações e entendimento desse contexto.

– Contextualização como entendimento crítico de questões científicas e tecnológicas relevantes que afetam a sociedade – essa orientação é característica do movimento CTS (ciência-tecnologia-sociedade) que, em geral, propõe o uso de temas de interesse social que permitam o desenvolvimento de atitudes e valores nos alunos. O ensino CTS apresenta como objetivo a preparação do alunado para enfrentar um mundo cada vez mais tecnológico e atuar, com responsabilidade, frente a questões problemáticas da ciência e da tecnologia relacionadas à sociedade.

– Contextualização como perspectiva de intervenção na sociedade – caracteriza-se pelo entendimento crítico dos aspectos sociais e culturais da ciência e tecnologia, inserção da prática social (contexto sociopolítico e econômico) no ensino.

ABORDAGEM CONCEITUAL INTERDISCIPLINAR – Caracteriza-se por conteúdos entrecruzados, unificadores de temas que constituem a mola-mestra de uma ação conjunta entre disciplinas e profissionais.

– O inter-relacionamento entre os conteúdos das disciplinas configura a interdisciplinaridade. Na interdisciplinaridade há cooperação e diálogo entre as disciplinas do conhecimento, por meio de uma ação coordenada.

– Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais, a interdisciplinaridade supõe um eixo integrador, que pode ser o objeto de conhecimento, um projeto de investigação, um plano de intervenção. Assim, ela deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez de vários.

(valor: 3,0 pontos)

b. Apresente dois exemplos de abordagem de conceito de equilíbrio químico: um de forma contextualizada e outro de forma interdisciplinar.

(valor: 4,0 pontos)

Padrão de resposta esperada – ENADE

Forma contextualizada – O professor se utilizaria de exemplos cotidianos do conteúdo discutido, como o equilíbrio ácido-base na natureza, na formação da chuva ácida, em processos dentro do organismo humano, entre outros.

Ainda poderia buscar exemplos relacionados com aplicações industriais do conhecimento químico e suas consequências.

Salienta-se que pode existir uma grande quantidade de exemplos, no entanto, deve-se observar a relação dos exemplos com o contexto social, as consequências econômicas e sociais da utilização do conhecimento científico, para que este possa ser considerado contextual.

Forma interdisciplinar – Pressupõe a abordagem do objeto de estudo a partir dos campos conceituais de várias áreas do conhecimento. Um exemplo poderia ser a abordagem do equilíbrio químico do ácido carbônico e consequente produção de dióxido de carbono no corpo humano, trabalhados conjuntamente em sala de aula.

(valor: 4,0 pontos)

c. Na perspectiva do ensino de Química voltado para a formação do cidadão e das relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente descreva uma forma de introdução do conceito de ácido, em uma aula.

(valor: 3,0 pontos)

Padrão de respostas esperadas – ENADE

Ácidos estão muito presentes em nosso cotidiano e têm estreita relação com o nosso modo de vida. A quantidade de ácido sulfúrico produzida em um país tem relação com seu nível de desenvolvimento, que afeta diretamente o cidadão.

OU

Os ácidos podem liberar gases na atmosfera, como o ácido carbônico, além de poderem causar chuva ácida. Quais os efeitos imediatos em nosso modo de vida?

OU

O índice de acidez do vinagre, isto é, a quantidade de ácido acético presente no vinagre, está diretamente ligada à sua qualidade. A partir daí, podem ser discutidas as várias formas de obtenção do ácido acético e como a legislação trata esse tema. Se o cidadão conhece o conceito de ácido, tal informação facilita ou dificulta o consumo do vinagre em termos de preço e qualidade?

OU

Quais os ácidos presentes em alguns antigripais e antitérmicos? Há realmente diferença entre um remédio de marca e um genérico, se ambos têm o mesmo princípio ativo, seja a vitamina C ou o AAS?

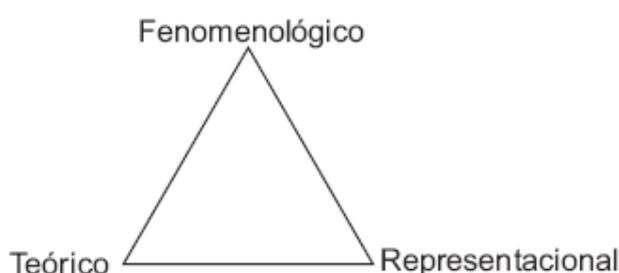
A partir de várias discussões relacionadas, algumas moléculas de ácidos podem ser apresentadas, comentando suas composições, semelhanças, diferenças, para começar a definir seu conceito de maneira ampla, ou seja, sem a classificação “ácido orgânico/inorgânico”.

(Outras respostas adequadas também serão aceitas)

(valor: 3,0 pontos)

QUESTÃO 51 – DISCURSIVA

Segundo Mortimer *et al.*, as formas de abordagem do conhecimento químico e o modo como elas se relacionam podem ser representadas pela figura abaixo



MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I.
A proposta curricular de Química [...] *Química Nova online*, v. 23, n.2, 2000.
Disponível em: <[http://quimicanova.sbg.org.br/qn/qnd/2000/vol23n2/V23_n2_\(21\).pdf](http://quimicanova.sbg.org.br/qn/qnd/2000/vol23n2/V23_n2_(21).pdf)>.

As Orientações Curriculares Nacionais apresentam sugestões de temas e conceitos a serem trabalhados no Ensino Médio, como os que são apresentados no Quadro a seguir.

CONHECIMENTOS QUÍMICOS, HABILIDADES, VALORES DE BASE COMUM

TRANSFORMAÇÕES	SUBSTÂNCIAS
<ul style="list-style-type: none"> - Compreensão da relação entre energia elétrica produzida e consumida na transformação química e os processos de oxidação e redução. - Compreensão dos processos de oxidação e redução a partir das idéias de estrutura da matéria; 	<ul style="list-style-type: none"> - Compreensão da maior estabilidade de átomos de certos elementos químicos e da maior interatividade de outros, em função da configuração eletrônica. - Compreensão das ligações químicas como resultantes das interações eletrostáticas que associam átomos e moléculas para dar às moléculas resultantes maior estabilidade. - Compreensão da energia envolvida na formação e na “quebra” de ligações químicas. - Aplicação de idéias sobre arranjos atômicos e moleculares para compreender a formação de cadeias, ligações, funções orgânicas e isomeria. - Identificação das estruturas químicas dos hidrocarbonetos, alcoóis, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres, carboidratos, lipídeos e proteínas. - Reconhecimento da associação entre nomenclatura de substâncias com a organização de seus constituintes. - Identificação da natureza das radiações alfa, beta e gama. - Relacionamento do número de nêutrons e prótons com massa isotópica e com sua eventual instabilidade. - Tradução da linguagem simbólica da Química, compreendendo seu significado em termos microscópicos.

Fonte: BRASIL, Ministério da Educação. *Orientações Curriculares Nacionais*, 2006.

a. Dê um exemplo para cada um dos aspectos (teórico, fenomenológico e representacional) relacionados na figura, utilizando conceitos químicos apresentados no Quadro.

(valor: 3,0 pontos)

Padrão de resposta esperada – ENADE

a. Representacional – Representação de exemplos inerentes à linguagem química, tais como modelos atômicos, fórmulas e equações químicas, além de gráficos e equações matemáticas, entre outros.

Teórico – Compreensão da natureza atômica e molecular que considere modelos e ideias abstratas, tais como o próprio átomo, íons, moléculas, elétrons, energia, entre outros pressupostos teóricos diretamente não observáveis.

Fenomenológico – São basicamente os fenômenos observáveis na química, sejam eles diretamente visíveis, como mudanças de estado ou reações químicas de mudança de cor ou de precipitação ou, ainda, aqueles não visíveis, mas que podem ser detectáveis por meio de instrumentos, como espectrômetros e cromatógrafos, entre outros.

(valor: 3,0 pontos)

b. Das três formas de abordagens apresentadas, qual delas, geralmente, é encontrada em menor número nos livros didáticos e nos currículos tradicionais? Justifique sua resposta.

(valor: 3,0 pontos)

Padrão de resposta esperada – ENADE

b. O aspecto fenomenológico é encontrado em menor número na maioria dos livros didáticos e nos currículos tradicionais, uma vez que estes tendem a enfatizar o aspecto representacional. Tanto em nosso currículo quanto em nossos livros didáticos, observa-se a ausência ou a baixa frequência de atividades experimentais diversas que possam fazer com que esses três aspectos sejam trabalhados de forma igualitária.

(valor: 3,0 pontos)

c. Descreva uma atividade experimental que contemple as formas de abordagem do conhecimento químico, inter-relacionadas, utilizando um dos conceitos presentes no Quadro.

(valor 4,0 pontos)

Padrão de respostas esperadas – ENADE

c. Um experimento que envolva reações de oxirredução, por exemplo, a reação do ácido acético com a palha de aço ou a oxidação da palha de aço imersa em água. Isso já seria fenomenológico. O representacional poderiam ser as equações químicas envolvidas em cada processo, e o teórico, a explicação em termos de transferência de elétrons e formação de cátions e ânions.

OU

Um experimento que envolva precipitação ou mudança de cor. A precipitação e a mudança de cor seriam o aspecto fenomenológico. A equação química, o aspecto representacional, e a formação dos íons em solução, bem como as explicações teóricas sobre as ligações que ocorrem, o aspecto teórico.

OU

Identificação de funções orgânicas por métodos instrumentais, nos quais os gráficos e informações obtidas estariam no nível fenomenológico; a representação dos compostos e sua nomenclatura, no nível representacional e o nível teórico poderia ser a própria forma de obter as informações pretendidas.

(Outras respostas adequadas também serão aceitas)

(valor: 4,0 pontos)

QUESTÃO 52 – DISCURSIVA

Segundo Gaston Bachelard, epistemólogo francês, um dos aspectos que dificultam o ensino e a aprendizagem está relacionado com a presença do que ele chama de obstáculos epistemológicos. Pesquisadores em ensino de Química têm identificado tais obstáculos nas relações dialógicas entre o professor e o aluno e também nos livros didáticos. Com base nisso, considere que os trechos a seguir foram hipoteticamente retirados de livros didáticos de nível médio de ensino.

Trecho 1

O flúor é o elemento químico mais eletronegativo do grupo 17. Por ser o mais eletronegativo, sente mais necessidade de atrair a nuvem eletrônica para si.

Trecho 2

Para facilitar o conceito de orbital, imagine a hélice de um avião rodando em alta velocidade. O espaço delimitado pela hélice é chamado de orbital e o elétron se localiza no espaço delimitado pelo giro da hélice.

Trecho 3

O ácido carbônico ioniza-se, liberando um H^+ para o meio, podendo reagir com íons Na^+ , formando o sal ácido bicarbonato de sódio.

Considerando cada um dos trechos e as ideias de Bachelard,

a. Identifique o obstáculo (animista ou substancialista) contido em cada trecho.

(valor: 3,0 pontos)

Padrão de resposta esperada – ENADE

Trecho 1 – Obstáculo animista.

Trecho 2 – Obstáculo realista.

Trecho 3 – Não há obstáculo epistemológico.

(valor: 3,0 pontos)

b. Explique cada um dos obstáculos identificados relativos aos respectivos trechos.

Padrão de resposta esperada – ENADE

Trecho 1 – O flúor não pode sentir necessidade, já que é um elemento químico. Sentir é atributo dos seres vivos, bem como a necessidade.

Trecho 2 – Um orbital, além de não ser planar, tem um conceito predominantemente matemático, não podendo ser comparado a uma hélice de avião, existente no mundo real.

(valor: 3,0 pontos)

c. Reescreva cada trecho de modo que tais obstáculos não estejam presentes.

(valor: 4,0 pontos)

Padrão de resposta esperada – ENADE

Trecho 1 – O flúor é o elemento químico mais eletronegativo do grupo 17. Quando o flúor participa de uma ligação química, a densidade eletrônica está mais próxima dele, por ele ser mais eletronegativo.

Trecho 2 – O orbital é uma região em que há alta probabilidade de se encontrar o elétron, sendo calculada matematicamente.

(valor: 4,0 pontos)

Colaboradores

ANDRÉ ARIGONY SOUTO

CARLA MARIA NUNES AZEVEDO

EDUARDO LASCHUK

JEANE ESTELA LIMA DULLIUS

MARÇAL JOSÉ RODRIGUES PIRES

MARCUS SEFERIN

MATEUS ANTÔNIO GUBERT ANDRADE

MAURIVAN GÜNTZEL RAMOS

NARA REGINA SOUZA BASSO

ROGÉRIO VÉSCIA LOUREGA

ROSANE ANGÉLICA LIGABUE

ROSÂNGELA DA SILVA

SANDRA MARA OLIVEIRA EINLOFT

TIZIANO DALLA ROSA