

OBQ 2016 MODALIDADE A

Guilherme L. De Biase

26 de agosto de 2016

PARTE A - QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA

Questão 1: A ingestão de alimentos gordurosos pode causar uma elevação no índice de colesterol no indivíduo e, como consequência, geram-se obstruções nas artérias. Um dos exames mais utilizados para verificar tais obstruções é a cintilografia do miocárdio. Para realizá-lo, o paciente recebe uma dose de contraste que contém tecnécio metaestável ($Tc-99$). Esse isótopo emite radiação gama, com uma constante de decaimento igual a $3,2 \times 10^{-5} s^{-1}$. Considerando um paciente que recebeu uma quantidade de contraste às 14 horas de uma segunda-feira, e sabendo que após 8 meias-vidas a radiação volta ao nível seguro, assinale a alternativa que indica em qual dia da semana e hora isto irá acontecer com o paciente.

Dados: $\ln 2 = 0,693$

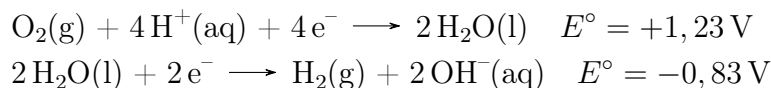
- a) 14 horas da quarta-feira
- b) 08 horas da manhã da quarta-feira
- c) 14 horas da quinta-feira
- d) 12 horas da quarta-feira
- e) 20 horas da quarta-feira

Questão 2: O pH do suco gástrico em um indivíduo normal é igual a 2,00. Porém, devido a certos distúrbios esse valor pode chegar a 1,50 e a sensação de desconforto causada recebe o nome de azia. Uma das maneiras de restaurar o pH ao nível normal é através da ingestão de antiácidos, como o bicarbonato de sódio. Considerando que o volume de suco gástrico de um indivíduo é 400 mL, assinale a alternativa que indica a massa de bicarbonato de sódio presente num comprimido de antiácido capaz de restaurar o pH do suco gástrico no volume considerado.

Dados: $\log 3 = 0,5$; $10^{0,5} = 3,16$

- a) 0,672 g
- b) 0,267 g
- c) 0,476 g
- d) 0,785 g
- e) 1,145 g

Questão 3: A eletrólise é um processo químico não espontâneo aplicado em diversas etapas de fabricação de produtos. Para realizar a eletrólise da água é necessário fornecer certa quantidade de energia através de uma fonte de energia elétrica. Porém, como a água pura é um mau condutor de corrente elétrica, faz-se necessário adicionar uma pequena quantidade de K_2SO_4 para tornar o meio condutor. Com base nas semirreações a seguir, assinale a alternativa que indica a quantidade de energia que a bateria deve fornecer para decompor 1,0 mol de água?



Dados: Constante de Avogadro = $6,02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$

Carga elementar $1,60 \times 10^{-19} \text{C}$

Constante de Faraday = $9,65 \times 10^4 \text{C}$

- a) $\geq +397,6 \text{kJ/mol}$
- b) $\leq -397,6 \text{kJ/mol}$
- c) $\leq -795,2 \text{kJ/mol}$
- d) $\geq +795,2 \text{kJ/mol}$
- e) $\geq +198,8 \text{kJ/mol}$

Questão 4: Quando uma pequena quantidade de íons H^+ ou OH^- é adicionada à água destilada a 25°C , ocorrem variações no pH. Considere que um pequeno cristal de NaOH de massa igual a 0,4 micrograma foi adicionado a 1,0 litro de água destilada. Essa quantidade é tão pequena que não ocorre variação de volume. Mesmo assim, é capaz de modificar o pH da água pura. Assinale a alternativa que indica o valor do novo pH:

Dados: $K_w = 1 \times 10^{-14}$ a 25°C ; $\log 1,1 = 0,04$

- a) 7,04
- b) 5,96
- c) 6,00
- d) 7,02
- e) 8,04

Questão 5: A ebulioscopia é uma técnica utilizada para a determinação da massa molar de substâncias desconhecidas. As substâncias moleculares são dissolvidas em solventes como benzeno, hexano ou tetracloreto de carbono, e em função do efeito coligativo a massa molar é determinada. Num determinado ensaio de laboratório, um técnico dissolveu 2,0 g de uma substância desconhecida (não iônica) em 63 mL de CCl_4 . Considerando os dados abaixo e a temperatura de ebulição da solução de 77°C , assinale a alternativa que indica a massa molar aproximada da substância dissolvida.

Dados:

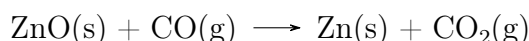
$T_f = 250\text{K}$; $T_e = 349,5\text{K}$

Densidade (CCl_4) = $1,59 \text{kg/L}$ a 20°C

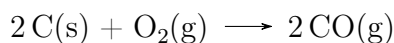
$K_e = 5,00 \text{K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$

- a) 200 g/mol
- b) 250 g/mol
- c) 90 g/mol
- d) 100 g/mol
- e) 80 g/mol

Questão 6: O zinco (do alemão *Zink*, Zn) é um elemento químico essencial para o nosso organismo, pois é responsável por inúmeras funções, como a síntese de proteínas, o funcionamento de alguns hormônios, o bom funcionamento do sistema imunológico e também do reprodutor. O zinco metálico pode ser obtido a partir de óxido de zinco, ZnO, pela reação a alta temperatura com o monóxido de carbono, CO.



O monóxido de carbono é obtido a partir de carbono.



Assinale a alternativa que indica a quantidade máxima de zinco (em gramas) que pode ser obtido a partir de uma amostra de 75,0 g de óxido de zinco com pureza de 87% e 10,0 g de carbono.

- a) 52,4
- b) 35,3
- c) 54,4
- d) 36,6
- e) 65,3

Texto para as questões 7 e 8

O que é matéria, o que é energia, como elas se relacionam? A reflexão humana sobre isso é bem antiga. Quando se delimita essa relação às aplicações tecnológicas utilizadas atualmente, mais especificamente ao tema combustíveis, muito há o que se discutir. Na tabela abaixo, são apresentadas algumas informações de combustíveis utilizados no cotidiano.

Tabela 1: Entalpia de combustão padrão para alguns combustíveis

COMBUSTÍVEL	ΔH° (kJ/mol)
Carbono (grafite)	-393,5
Metano (gás natural)	-802
Propano (componente do gás de cozinha)	-2.220
Butano (componente do gás de cozinha)	-2.878
Octano (componente da gasolina)	-5.471
Etino (acetileno, usado em maçarico)	-1.300
Etanol (álcool)	-1.368
Hidrogênio gasoso	-286

Fonte: http://www.usp.br/gambiental/combustao_energia.html

Questão 7: Assinale a alternativa que representa a proposição verdadeira.

- a) O C_8H_{18} é um líquido nas condições padrão. A combustão completa de um mol desta substância produz mais dióxido de carbono do que a queima de um mol de qualquer outro combustível da tabela 1.
- b) O etino apresenta menor calor de combustão do que o etanol devido à hibridização sp dos átomos de carbono em sua molécula.
- c) Num ambiente fechado, em condições normais de temperatura e pressão o propano entra em equilíbrio produzindo gás hidrogênio e grafita.
- d) Dentre os combustíveis da tabela 1, apenas a queima do etanol produz água, devido ao mesmo apresentar hidroxila.
- e) A queima do gás hidrogênio produz gás carbônico e água, uma vez que a queima de qualquer combustível tem como produtos gás carbônico e água.

Questão 8: Considere as proposições:

- I. A combustão completa de oito gramas de propano gera mais calor do que a combustão completa de oito gramas de octano.
- II. Um mol de etino contém a mesma quantidade de átomos de hidrogênio do que um mol de gás hidrogênio.
- III. A substância em maior proporção na gasolina é o carbono na forma elementar.
- IV. A ordem crescente dos pontos de ebulição de etanol, metano e propano é metano < etanol < propano.

Assinale a alternativa que indica as proposições corretas:

- a) I e II
- b) I e III
- c) II e III
- d) II e IV
- e) I e IV

Questão 9: Um estudante formulou as proposições abaixo:

- I. No estado sólido, as ligações de hidrogênio presentes na água sofrem um rearranjo, resultando em efeitos estruturais que conferem menor densidade ao estado sólido do que ao líquido.
- II. Quanto maior for a eletronegatividade do átomo ligado ao hidrogênio na molécula, maior será a densidade de carga negativa no hidrogênio e, portanto, mais fraca será a interação com a extremidade positiva de outras moléculas.
- III. As temperaturas de ebulição do tetraclorometano (CCl_4) e metano (CH_4) são iguais a $+77\text{ }^\circ\text{C}$ e $-164\text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente; logo, a energia necessária para quebrar as ligações C–Cl é maior que aquela necessária para quebrar as ligações C–H.
- IV. Pesquisando os dados referentes à temperatura de ebulição e à massa molar de algumas substâncias, o estudante construiu a seguinte tabela:

Substância	T ebulição (°C)	Massa molar (g/mol)
H ₂ O	100	18,0
H ₂ S	-50	34,0
H ₂ Se	-35	81,0
H ₂ Te	-20	129,6

O estudante, ao verificar que a água apresenta temperatura de ebulição superior às demais substâncias, concluiu que essa observação pode ser explicada pelo aumento das massas molares e das interações intermoleculares, respectivamente.

Assinale a alternativa que indica as proposições corretas:

- a) I e IV
- b) I, II e III
- c) II, III e IV
- d) I, II, III e IV
- e) I, II e IV

Questão 10: Quando uma substância no estado líquido é confinada em um recipiente, o gás e o líquido atingem o equilíbrio entre si. Sob condições específicas de pressão e temperatura (função da espécie química sob análise), as propriedades físico-químicas de ambas fases convergem para um mesmo ponto até ficarem idênticas. Este ponto é denominado de ponto crítico onde se encerra a interface gás/líquido. Assim, se encontra uma única fase de fluido supercrítico para toda substância que se encontra em condições de pressão e temperatura superiores aos seus parâmetros críticos (temperatura crítica, T_c e pressão crítica, p_c). Os fluidos supercríticos são muito utilizados para a separação de substâncias, por exemplo, na extração de cafeína para obtenção do café descafeinado. Dentre as substâncias apresentadas abaixo, assinale a alternativa que indica a que possui a menor temperatura crítica (T_c).

- a) CO₂ (dióxido de carbono)
- b) CH₃OH (metanol)
- c) CH₃(CH₂)₃CH₃ (pentano)
- d) SF₆ (hexafluoreto de enxofre)
- e) CH₃COCH₃ (propanona)

PARTE B - QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

Questão 11: A fonte de oxigênio que aciona o motor de combustão interna de um automóvel é o ar. O ar é uma mistura de gases, principalmente, N₂ (~ 79%) e O₂ (~ 21%). No cilindro de um motor de automóvel, o nitrogênio pode reagir com o oxigênio para produzir o gás de óxido nítrico, NO. Como o NO é emitido a partir do tubo de escape do carro, ele pode reagir com mais oxigênio para produzir gás de dióxido de nitrogênio.

- a.) Apresente as estruturas de Lewis (representação por pontos) para o óxido de nitrogênio e dióxido de nitrogênio. Qual é a geometria e hibridação sobre o átomo N? Justifique a sua resposta.
- b.) Escreva as equações químicas balanceadas para ambas as reações.
- c.) Tanto o óxido de nitrogênio e dióxido de nitrogênio são poluentes que podem levar à chuva ácida e aquecimento global; coletivamente, eles são chamados de gases "NOx". Em 2007, os Estados Unidos emitiram aproximadamente 22 milhões de toneladas de dióxido de nitrogênio na atmosfera. Considere que a reação do nitrogênio e oxigênio seja completa e estime quantos gramas de O₂ foram consumidos para isso.
- d.) Os termos chuva ácida e aquecimento global foram citados no item (c). Com base em seus conhecimentos defina com clareza esses respectivos termos. Além dos gases NOx, quais os outros gases que conjuntamente são responsáveis pela chuva ácida? Justifique sua resposta.
- e.) A produção dos gases NOx é uma reação lateral indesejada do principal processo de combustão do motor que transforma octano (C₈H₁₈), em CO₂ e água. Se 85% do oxigênio em um motor são usados para fazer a combustão do octano e o restante usado para produzir o dióxido de nitrogênio, calcule quantos gramas de dióxido de nitrogênio seriam produzidos durante a combustão de 500 gramas de octano.

Questão 12: Quando a amônia se dissolve em água, ela ioniza e estabelece o equilíbrio a seguir:

$$\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$$

Uma solução de amoníaco foi preparada dissolvendo 0,04 mol de amônia em 200 mL de água sem que nenhuma variação de volume fosse observada e o pH da solução foi 11,3. Se um sal com um íon comum (p. ex., cloreto de amônio) for adicionado ao sistema, o equilíbrio irá se deslocar até que se restabeleça uma nova situação de equilíbrio. Por apresentar um odor relativamente forte e irritante enquanto o equilíbrio estiver sendo restabelecido o odor da amônia ficará mais evidenciado. Diante da situação apresentada, responda aos itens a seguir:

- a.) Qual o valor do grau de ionização e da constante de ionização da amônia?
- b.) Ao adicionar o cloreto de amônio o equilíbrio sofreu uma perturbação. Para qual lado o equilíbrio se deslocou, explique utilizando o Princípio de Le Chatelier.
- c.) Como se chama a solução resultante após a adição do sal? Explique.
- d.) Se a quantidade de sal adicionada foi 1,07 g, qual o novo pH da solução?
- e.) Quais são os pares conjugados e a geometria das espécies químicas nitrogenadas na equação inicial?

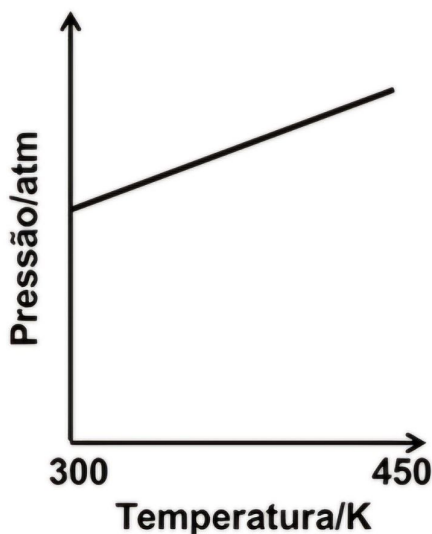
Dados: $\log 2 = 0,3$; $\log 3 = 0,5$; $\log 5 = 0,7$

Questão 13: Em uma atividade experimental de Química, um grupo de alunos estudou o comportamento ácido/base de diversas substâncias. Os resultados obtidos com os experimentos estão sumarizados no quadro abaixo:

Experimento	Sistema/Solução	Observação
1	$\text{NaNO}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	Formação de solução levemente básica
2	$\text{K}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	Formação de solução básica e liberação de gás
3	$\text{NaH}_2\text{PO}_4(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	Formação de solução ácida
4	$\text{HCOOH}(\text{aq})$	$\text{pH} = 2,40$
5	$\text{HCOOH}(\text{aq})$	$\text{pH} = 4,50$

- a.) Escreva uma equação química que represente o processo ocorrido no experimento 2.
- b.) Justifique o resultado obtido no experimento 3. Complete a sua resposta escrevendo uma equação química que justifique a observação no experimento 3.
- c.) Leia as afirmações que são apresentadas abaixo. Marque (V) para verdadeiras e (F) para falsas:
- (1) No experimento 1 utilizou-se uma substância que pode ser classificada como uma base de Bronsted-Lowry.
 - (2) A diferença de pH observada nos experimentos 4 e 5 pode ser justificada pela força do ácido utilizado.
 - (3) Uma solução aquosa de H_2SO_4 , na mesma concentração da solução usada no experimento 4, apresenta $\text{pH} > 2,40$.
 - (4) O HCOOH do experimento 4 pode ser classificado como ácido de Arrhenius.
- d.) Considere: "Nos experimentos 1 e 3, usando mesma massa dos sais e mesmo volume de água, as soluções resultantes terão mesma temperatura de ebulição". Indique se é verdadeira ou falsa e justifique.
- e.) Com base nos valores de pH dos experimentos 4 e 5, determine a diferença de concentração do HCOOH .

Questão 14: Uma amostra de $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ foi colocada em um recipiente rígido de 2,0 L previamente evacuado e aquecido de 300 K a 450 K. A pressão da amostra é medida e representada no gráfico abaixo:



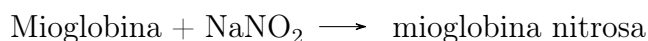
- a.) Descreva DUAS razões pelas quais a pressão aumenta com a temperatura do $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ em nível molecular.
- b.) $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ reage com $\text{HCl}(\text{g})$ produzindo $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}(\text{g})$: $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}(\text{g})$
 $\Delta H^\circ = -72,6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 Quando $\text{HCl}(\text{g})$ é injetado no recipiente a 450 K, a pressão total aumenta inicialmente, mas diminui conforme a reação prossegue. Explique esta diminuição em nível molecular.
- c.) Mecanismo proposto:
- Etapa 1: $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_5^+(\text{g}) + \text{Cl}^-(\text{g})$ (lenta)
 - Etapa 2: $\text{C}_2\text{H}_5^+(\text{g}) + \text{Cl}^-(\text{g}) \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}(\text{g})$ (rápida)
- Escreva a lei de velocidade consistente com este mecanismo e justifique.
- d.) Identifique um intermediário no mecanismo.
- e.) Trace curva de energia mostrando mudanças durante o progresso da reação, ilustrando o mecanismo em duas etapas. Indique eixos, energia de ativação (E_a) da etapa lenta, reagentes e produtos.

Questão 15: Atualmente, muitos suplementos alimentares contêm substâncias que beneficiam naturalmente a produção do óxido nítrico no organismo. Como fármaco, a produção de óxido nítrico se inicia com a reação entre dióxido de enxofre, ácido nítrico e água, originando, além desse gás, o ácido sulfúrico. Como produto final, o óxido nítrico é comercializado em cilindros de 32 litros, diluído em nitrogênio com concentração máxima de 0,08% em massa, fornecendo cerca de 4.800 litros de gás a 25°C e 1 atm.

- a.) Escreva a equação química da reação de produção do NO.
- b.) Qual a massa aproximada de NO contida no cilindro?
- c.) Determine a densidade do óxido nítrico em relação ao ar e ao dióxido de enxofre.
- d.) A densidade de um gás X em relação ao dióxido de enxofre é 2. Nas mesmas T e P, determine a massa molecular de X.
- e.) Em recipiente fechado: 2 mols $\text{NO}(\text{g})$, 4 mols $\text{SO}_2(\text{g})$, 4 mols $\text{H}_2(\text{g})$. Volume total = 22,0 L a 0°C. Calcule frações molares e pressão total.

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

Questão 16: Nitrito de sódio é empregado como aditivo em alimentos tais como bacon, salame, presunto, linguiça e embutidos, para evitar o desenvolvimento do *Clostridium botulinum*, (causador do botulismo) e para propiciar a cor rósea, característica desses alimentos, uma vez que participam da seguinte reação química:



- a.) Quando um desses núclídeos emite radiação, a estrutura molecular da proteína sofre uma pequena mudança, devida à transmutação de um átomo do elemento carbono em um átomo de outro elemento. Descreva a equação nuclear correspondente:
- b.) Átomos de carbono-14 podem ser obtidos pelo bombardeamento de átomos de nitrogênio da atmosfera por raios cósmicos de alta energia (isto é, prótons, fótons, núcleos pesados, etc). Os raios cósmicos interagem com núcleos presentes na atmosfera, gerando partículas de energia mais baixa, como os nêutrons. Esses são absorvidos por átomos de nitrogênio-14 e transformam-se em carbono-14. Equacione esse processo nuclear:

- c.) O tempo de meia-vida do carbono-14 é de 5730 anos. A abundância do carbono-14 em um organismo vivo é de cerca de 10 ppb (partes por bilhão). Assim, a descoberta de um alimento fossilizado que contenha cerca de 1,25 ppb de carbono 14 pode ter a sua 'idade' estimada em quantos anos? Justifique:
- d.) Considerando meia-vida de 5730 anos, determine vida média e constante cinética ($\ln 2 = 0,693$).
- e.) A matéria orgânica viva possui uma relação carbono-14/carbono-12 constante. Se o organismo morre, a razão é alterada com o tempo, de forma exponencial. Em um acidente ecológico, ocorreu uma mortandade de animais, devido a um possível vazamento de produtos químicos orgânicos de uma fábrica próxima àquele meio ambiente. Como é possível, através das análises pertinentes da relação carbono-14/carbono-12, que a mortandade não ocorrera de causas naturais, mas deveu-se a produtos químicos daquela fábrica?