

Caderno de Questões

99



UNICAMP
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
COMISSÃO PERMANENTE PARA OS VESTIBULARES

A Unicamp
comenta
suas provas

A Unicamp tem feito o seu próprio vestibular desde 1987, quando lançou a proposta de aplicar provas que procurassem avaliar mais as qualidades de raciocínio e de espírito crítico dos candidatos do que o conteúdo de matéria memorizada de modo desconexo. Não há dúvida de que as informações adquiridas e armazenadas ao longo do processo de aprendizagem são altamente importantes. Contudo, se não houver a capacidade de correlacioná-las, as possibilidades de realizações ficam muito prejudicadas. Desde o início, a Banca de Química, ao elaborar as questões, tem procurado seguir estes princípios.

A Banca de Química, além de se preocupar em aplicar os princípios acima expostos, tem procurado oferecer questões que também possam trazer alguma contribuição ao ensino médio. É, muitas vezes, através da maneira de perguntar, do modo como é colocada pergunta que se espera que professores de Química do ensino médio percebam a mensagem e procurem levar alguma inovação ao ensino.

A Química está presente em toda a parte, a começar pelo nosso corpo. O ar, as plantas, o solo, os animais, a água, o nosso vestuário, os alimentos, os veículos, os aparelhos, etc., etc., estão diretamente ligados à Química, sob diversos aspectos. Isto demonstra a importância deste ramo do conhecimento que se caracteriza por estudar a composição da matéria e suas transformações. Assim é importante que o seu ensino seja dirigido para esclarecer os estudantes sobre estes aspectos, dando-lhes informações adequadas e suficientes para que possam desempenhar, também sob este ponto de vista, a sua cidadania.

Além de levar estes aspectos acima em consideração, ao se elaborar a prova de Química do Vestibular da Unicamp, deve-se levar em conta, por um lado, a realidade do atual ensino e, por outro, que o exame tem caráter seletivo. Assim, com apenas duas questões na primeira fase e doze na segunda, procura-se pôr em prática toda uma filosofia sem esquecer, no entanto, estes outros dois aspectos.

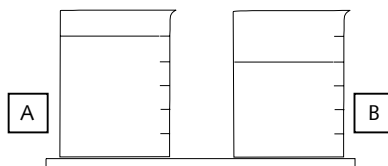
Sugerimos que, ao lerem as questões e as respostas esperadas, procurem identificar os princípios acima expostos.

A segunda fase do Vestibular da Unicamp procura apresentar questões que possam selecionar, de modo efetivo, os candidatos aos diversos cursos. São apenas doze questões por disciplina, e as bancas elaboradoras têm que combinar a necessidade de seleção com a proposta de elaborar perguntas que contemplem o espírito crítico, que estejam contextualizadas, se relacionem com a vivência do estudante, e que evitem a memorização excessiva. A tarefa não é fácil, porém tem-se procurado fazer o melhor.

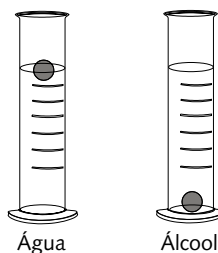
A seguir estão apresentadas as questões de Química do Vestibular 99 (2ª fase), com as respostas esperadas, exemplos de respostas de candidatos e comentários da banca.

Questão 1

Dois frascos idênticos estão esquematizados abaixo. Um deles contém uma certa massa de água (H_2O) e o outro, a mesma massa de álcool ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$).



Dado: Usando-se uma bolinha de densidade adequada fez-se o seguinte experimento:



- Qual das substâncias está no frasco **A** e qual está no frasco **B**? Justifique.
- Considerando a massa das substâncias contidas nos frascos **A** e **B**, qual contém maior quantidade de átomos? Explique.

- a) Frasco A – álcool Frasco B – água (2 pontos)
- O álcool é menos denso logo ocupa um volume maior do que a água.
 - A água é mais densa do que o álcool, logo ocupa um volume menor.
- b) Frasco A – álcool $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 1000 g
(pode ser assumida uma massa qualquer ou simplesmente **m**)
Frasco B – água H_2O 1000 g
- Massas molares; álcool = 46 g mol^{-1} , água = 18 g mol^{-1}
 $n_{\text{álcool}} = 1000 / 46 \cong 22 \text{ mol}$ ou $m / 46$
 $n_{\text{água}} = 1000 / 18 \cong 55,6 \text{ mol}$ ou $m / 18$
- $22 \times 9 \text{ átomos} = 198 \text{ mol de átomos}$ (pode aparecer o número de átomos com o uso da constante de Avogadro)
- $55,6 \times 3 = 166,8 \text{ mol de átomos.}$
- Portanto o frasco A (álcool) contém maior número (quantidade) de átomos. (3 pontos)

Exemplos de resolução

Nota 1

- a) Como os dois frascos possuem a mesma massa, mas as substâncias apresentam densidades diferentes ($d_{\text{água}} > d_{\text{álcool}}$), podemos concluir através da fórmula $d = m/v$, sendo densidade = d , massa = m e volume = v que o volume de álcool é maior que o de água, sendo então a substância do frasco A, álcool e a do frasco B água.
- b) O frasco B que contém água contém maior quantidade de átomos pois a água tem menor massa molecular, o que numa mesma quantidade de massa, corresponderia a um maior número de mol e por consequência a uma maior quantidade de átomos.

Nota 5

- a) A substância do frasco A é o álcool e a do frasco B é a água. Através do experimento da bolinha podemos notar que a água é mais densa que o álcool sendo $\text{densidade} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$, logo $V = \frac{m}{d}$.
As massas são as mesmas, porém as densidades diferentes. Sendo a densidade da água maior, teremos um volume de água menor que o do álcool.
- b) O frasco A possui maior quantidade de átomos, pois a substância nele contida possui 9 átomos em sua fórmula molecular e o frasco B da água tem sua substância formada por moléculas H_2O com 3 átomos. O álcool possui maior número de átomos mesmo sendo inferior o número de mols contidos no frasco B. O esquema seguinte confirma esta afirmação.

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{m}{18}$$

$$1 \text{ mol H}_2\text{O} \rightarrow 3 \times 6 \times 10^{23} \text{ átomos}$$

$$\frac{m}{18} \rightarrow x \quad x = m \times 10^{23} \text{ átomos}$$

$$n_{\text{álcool}} = \frac{m}{46}$$

$$1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow 9 \times 6 \times 10^{23} \text{ átomos}$$

$$\frac{m}{46} \rightarrow y \quad y = 1,17 \times m \times 10^{23} \text{ átomos}$$

$y > x$ logo o álcool possui maior número de átomos

$n = \text{n.º de mols}$

$m = \text{massa dada}$

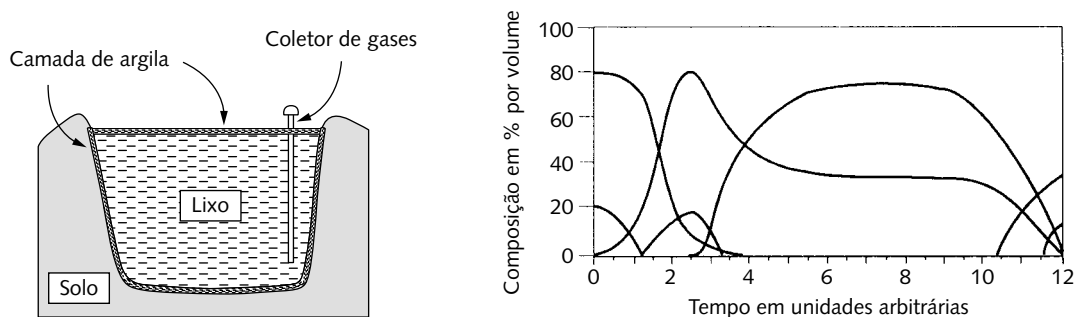
$M = \text{massa molecular}$

Esta questão é muito simples e envolve conhecimentos sobre densidade, sobre átomos e sobre moléculas.

Apesar da simplicidade, não se esperava que os candidatos fossem muito bem, devido à dificuldade, sempre verificada, de correlacionarem o conhecimento específico com um problema proposto. Salienta-se que, mesmo na área de biológicas a média foi de 2,28, o que significa 4,56 na escala de 0 a 10, isto é, menor do que 5,0. Como se sabe, de modo geral, neste grupo de candidatos a concorrência é muito grande e se esperaria um preparo muito melhor. Vale lembrar que nesta questão não era necessário qualquer tipo de memorização. Todas as informações apareceram nas figuras ou no texto. A comparação entre densidades vem na forma de um experimento, como aqueles dispositivos usados em bombas de álcool em postos de combustíveis.

Questão 2

Em um aterro sanitário, o lixo urbano é enterrado e isolado da atmosfera por uma camada de argila conforme vem esquematizado na figura abaixo. Nestas condições, microorganismos decompõem o lixo proporcionando, dentre outras coisas, o aparecimento de produtos gasosos. O gráfico abaixo ilustra a composição dos gases emanados em função do tempo.



- Em que instante do processo a composição do gás coletado corresponde à do ar atmosférico?
- Em que intervalo de tempo prevalece a atividade microbiológica anaeróbica? Justifique.
- Se você quisesse aproveitar, como combustível, o gás emanado, qual seria o melhor intervalo de tempo para fazer isto? Justifique a sua resposta e escreva a equação química da reação utilizada na obtenção de energia térmica.

Resposta esperada

- No instante (tempo) zero (inicial). (1 ponto)
- Aproximadamente entre o instante 1,2 e o 11,5 (1,1 a 11,7), pois neste intervalo não há O_2 presente na composição do gás no aterro. (2 pontos)
- Aproximadamente entre o tempo 4 e o 10 (3,5 a 11 – maior intervalo aceito; 5,5 a 9 – menor intervalo aceito) pois há proporcionalmente uma grande quantidade de CH_4 na composição do gás.
 $CH_4 + 2 O_2 = CO_2 + 2 H_2O$ (2 pontos)

Exemplos de resolução

Nota 1

- No instante de 0 a 1 pois há grande quantidade de N_2 e média de O_2
- No instante de 2 a 11 pois não há a presença de O_2 , apenas CO_2 e CH_4
- De 4 a 10
 $3CH_4 + CO_2 \rightarrow 2C_2H_5OH + \text{energia}$

Nota 5

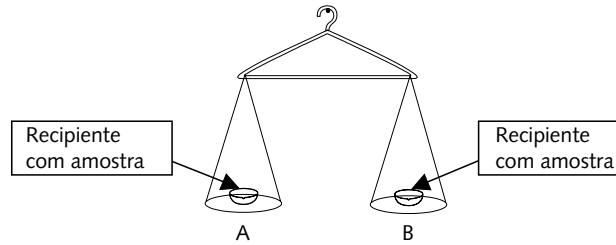
- No instante 0, no início do experimento
- A partir de aproximadamente 1,25 até 11,5, esse intervalo representa a atividade anaeróbica devido a ausência de O_2
- De 5 a 10, o intervalo onde há a melhor (maior) produção de CH_4
 $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ essa reação é exotérmica, ou seja, libera energia em forma de calor.

A questão avalia leitura de gráficos e o conhecimento de equações químicas simples. Há, de certo modo, uma equivalência entre esta questão e a de n.º 08 da primeira fase. Nota-se uma significativa melhora no desempenho em função da seleção prévia de candidatos na primeira fase. O aspecto positivo desta questão está na conexão entre a química fundamental e o cotidiano. Por trás desta

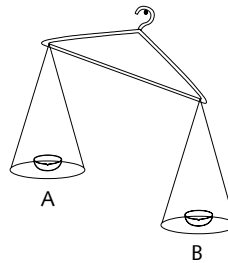
questão está o desejo da banca elaboradora em despertar no estudante o espírito crítico na análise das coisas importante que o cercam. É preciso despertar, também entre os professores do ensino médio, esta forma de apresentar a Química e ajudar o estudante para o exercício da cidadania.

Questão 3

Numa balança improvisada, feita com um cabide, como mostra a figura abaixo, nos recipientes (A e B) foram colocadas quantidades iguais de um mesmo sólido, que poderia ou ser palha de ferro ou ser carvão.



Foi ateado fogo à amostra contida no recipiente B. Após cessada a queima, o arranjo tomou a seguinte disposição:



- Considerando o resultado do experimento, decida se o sólido colocado em A e B era palha de ferro ou carvão. Justifique.
- Escreva a equação química da reação que ocorreu.

Resposta esperada

- Os recipientes continham palha de ferro. O ferro, ao reagir com oxigênio forma óxido de ferro (FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4). Com isto a massa do conteúdo do recipiente aumenta fazendo o braço da balança descer (baixar). (2 pontos)
- $$\text{Fe} + 1/2 \text{O}_2 = \text{FeO}$$
ou
$$2\text{Fe} + \text{O}_2 = 2 \text{FeO}$$
ou
$$2 \text{Fe} + 3/2 \text{O}_2 = \text{Fe}_2\text{O}_3$$
ou
$$3\text{Fe} + 2\text{O}_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4$$
(3 pontos)

Exemplos de resolução

Nota 1

- O sólido era palha de Ferro, pois ao aquecer a substância no recipiente B houve aumento de massa devido à reação do Ferro com o oxigênio do ar.
- $$\text{Fe} + 3/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{FeO}_3$$

Nota 5

- Como, após terminada a reação, o prato B fica mais pesado que o prato A, devemos ter usado palha de ferro, pois esta, ao reagir com o oxigênio do ar devido a combustão, oxida e aumenta sua massa. Se fosse utilizado o carvão, após a combustão, a massa seria menor devido ao desprendimento de CO_2 .
- A reação ocorrida foi:
$$2\text{Fe(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{FeO(s)}$$

A questão trata de reações e equações químicas simples; exige o conhecimento do conceito de massa molar; avalia o conhecimento sobre o estado físico de substâncias; examina o conhecimento sobre estequiometria.

Os candidatos tiveram um desempenho dentro do esperado. Certamente, devido ao formato da questão, muitos erraram por não terem entendido o problema. Uma característica importante nesta questão é o fato de que a experiência pode ser reproduzida facilmente nas escolas. Deste modo, ela não serviu somente para o exame e para a classificação dos candidatos no vestibular mas serve também como sugestão de ensino de laboratório. Pode-se aplicar o experimento para outros materiais como magnésio e também utilizar reações de oxidação e redução mais lentas, como formação de ferrugem, etc., deixando-se a reação ocorrer ao longo de dias.

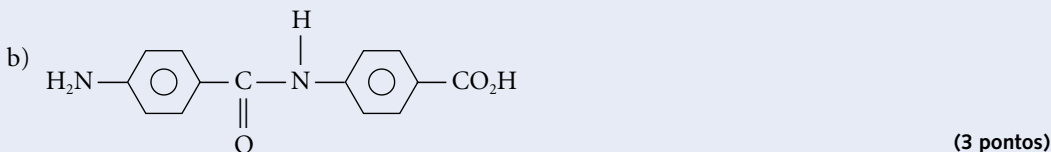
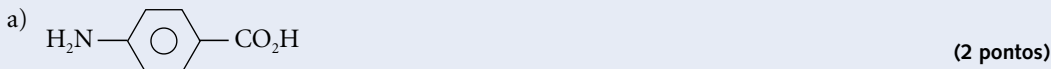
Questão 4

O ácido para-amino-benzóico (PABA) já foi muito utilizado em protetores solares, por conseguir absorver uma parte da radiação ultravioleta oriunda da luz solar. O PABA pode ser considerado como derivado do benzeno no qual um hidrogênio foi substituído por um grupo carboxila e outro por um grupo amino.

a) Escreva a fórmula estrutural do PABA.

b) Um di-peptídeo é uma molécula formada pela união entre dois amino-ácidos através de uma ligação peptídica. Escreva a fórmula estrutural de uma molécula que seria formada pela união de duas moléculas de PABA através de uma ligação peptídica.

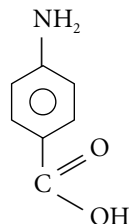
Resposta esperada



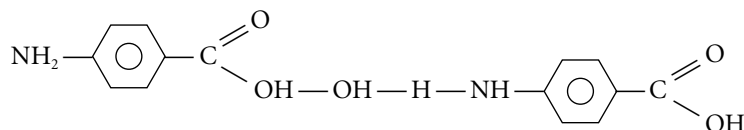
Exemplos de resolução

Nota 2

a) Fórmula estrutural PABA:

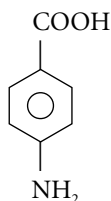


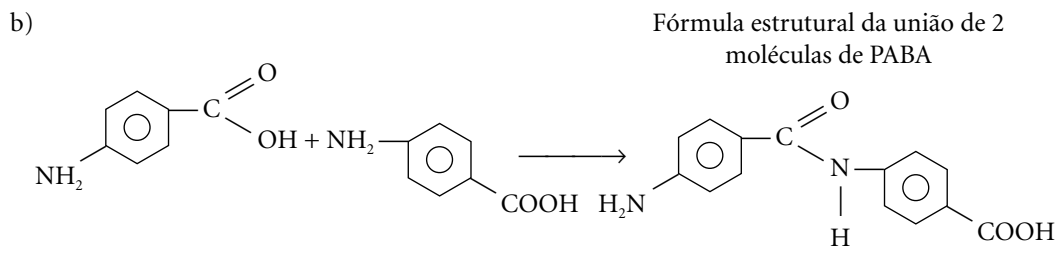
b) A fórmula estrutural de tal molécula seria:



Nota 5

a) Fórmula estrutural do PABA





Comentários

Trata-se de uma questão simples de Química Orgânica. Um candidato com noções razoáveis de nomenclatura de compostos orgânicos pode resolver as perguntas usando o próprio enunciado.

É interessante notar que os candidatos da área de Biológicas tiveram destacadamente o melhor desempenho, provavelmente devido ao conhecimento do que é ligação peptídica, assunto muito ligado à Biologia e à Medicina. É importante notar que se a pergunta fosse para o candidato montar um dipeptídeo, evidenciando a ligação peptídica, provavelmente o desempenho teria sido muito melhor. Não é comum tratar da ligação peptídica fora de assuntos ligados a proteínas.

Questão 5

"O JOGO DAS SOLUÇÕES"

O quadro abaixo representa uma estante onde há béqueres que contêm o mesmo volume V de solução de HCl ou de NaOH (solução diferenciada pela tonalidade cinza, no desenho). As concentrações, em mol/L, são as mesmas numa mesma linha e estão indicadas ao lado do quadro. Usando um béquer de volume suficientemente grande, pode-se nele misturar os conteúdos de vários béqueres do quadro.

- Misturando-se todas as soluções que estão no caminho indicado pela linha tracejada, indo da posição **A1** até a **D5** inclusive, a solução final será ácida ou básica? Explique.
- Qual será a concentração do ácido ou da base na solução final do item a)?
- Misturando-se todas as soluções que estão na seqüência indicada pela linha contínua, indo da **A1** até a **D5** inclusive, qual será o pH da solução final?

	1	2	3	4	5	
A						0,1 mol/L
B						0,2 mol/L
C						0,3 mol/L
D						0,4 mol/L
E						0,5 mol/L

Resposta esperada

- básico pois adiciona-se excesso de base na última operação (1 ponto)
- Volume final = $8 \times V$
Excesso de base = $0,2 \text{ mol} \times V/L$
 $C = 0,1 \text{ mol/L} \times 8 \text{ mol/L} = 0,2 / 8 \text{ mol/L} = 0,025 \text{ mol/L}$ (2 pontos)
- pH = 7 (neutro) (2 pontos)

Exemplos de resolução

Nota 1

- Sendo o HCl de natureza ácida e o NaOH, básica, ao efetuarmos as misturas das soluções indicadas pela linha tracejada teremos o volume de $0,6 \text{ mol/L}$ de HCl misturados a $0,8 \text{ mol/L}$ de NaOH. Prevalecerá o caráter básico na solução final.
- A concentração da base será $0,8 \text{ mol/L}$
- O pH será básico

Nota 5

- a) O resultado da mistura das soluções indicadas pelo caminho tracejado será básica. Supondo que cada bquer contém 1 L de solução, a mistura resultará em 8 litros de solução; de acordo com as concentrações do quadro nos 8 litros encontraremos 0,8 mol de NaOH e 0,6 mol de HCl, portanto a solução será básica.
- b) A concentração final de NaOH é de 0,1 M e a de HCl é de 0,075 M; as duas substâncias reagem de acordo com a equação $1 \text{ NaOH} + 1 \text{ HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$, haverá excesso de NaOH então a concentração de base na solução final é 0,025 M NaOH.
(0,1 M – 0,075 M (reage) = 0,025 M (final))
- c) Misturando as soluções obteremos concentrações iguais de NaOH e HCl (0,125 M cada). Como não há excesso de nenhum dos dois reagentes a solução é neutra, portanto o pH = 7.

Comentários

Esta é uma questão bastante simples, colocada na forma de um jogo. Trata-se de reação ácido-base, de concentração de soluções e de diluição de soluções. Os cálculos são muito fáceis. Pode-se dizer que é uma questão conceitual cujo enunciado foge ao tradicional. Este último aspecto deve ter sido a origem da dificuldade dos candidatos. Alguns deles ignoraram as informações do enunciado, relativamente às identidades das soluções. No enunciado está claro que a solução em cinza é a de NaOH. É preciso considerar todas as informações contidas no enunciado, pois elas fazem parte do exercício. A não observância das informações leva a erros.

Questão 6

Em um recipiente aberto à atmosfera com capacidade volumétrica igual a 2,24 litros, nas condições normais de temperatura e pressão, colocou-se uma massa de 0,36 g de grafite. Fechou-se o recipiente e, com o auxílio de uma lente, focalizando a luz solar sobre o grafite, iniciou-se sua reação com o oxigênio presente produzindo apenas gás carbônico. Assuma que todo o oxigênio presente tenha sido consumido na reação.

- a) Escreva a equação química da reação.
- b) Qual é a quantidade de gás carbônico formado, em mol?
- c) Qual será a pressão dentro do recipiente quando o sistema for resfriado até a temperatura inicial? Justifique.

Resposta esperada

- a) $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ (1 ponto)
- b) O reagente limitante é o O_2 ; como o O_2 está presente em ~20% na atmosfera, $2,24 \times 0,20 = 0,448 \text{ L de O}_2$ portanto 0,448 L de CO_2 (pela estequiometria)
 $22,4 \text{ L} \rightarrow 1 \text{ mol}$
 $0,448 \rightarrow x \text{ mol} \quad x = 0,448 / 22,4 = 0,02 \text{ mol de CO}_2$ (2 pontos)
- c) A pressão dentro do recipiente, no final, será a mesma que no início, pois não houve variação na quantidade (mol) dos gases, como pode ser observado na equação química. (2 pontos)

Exemplos de resolução**Nota 1**

- a) $\text{C}_{(\text{graf})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{g})}$
- b) $PV = n.R.T$
 $1 \cdot 2,24 = n \cdot 0,082 \cdot 273$
 $n = 0,1 \text{ mol (graf)}$
 $\frac{1}{\text{C}} : \frac{1}{\text{CO}_2} \therefore 0,1 \text{ mol de CO}_2$
- c) $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow P_1 = P_2 \therefore 1 \text{ atm}$

Nota 5

- a) $\text{C}(\text{grafite}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$
- b) A quantidade de ar dentro do recipiente é de 0,1 mol (pois 1 mol tem 22,4 L e como o recipiente é de 2,24 L, tem-se 0,1 mol de ar). Como O_2 representa 20% do ar atmosférico, no recipiente há

2×10^{-2} mols de O_2 . De grafite temos:
 1 mol grafite — 12g
 m — 0,36 g $\therefore m = 3 \times 10^{-2}$ mol
 Como reagem na proporção 1:1, formarão 2×10^{-2} mol.

- c) No final da reação existirá no frasco 1×10^{-2} mols de grafite (cuja pressão é desprezível) e de 2×10^{-2} mol de CO_2 . Como o número de mol de gás dentro do recipiente não mudou, a pressão também não mudará, será portanto, de 1 atm.

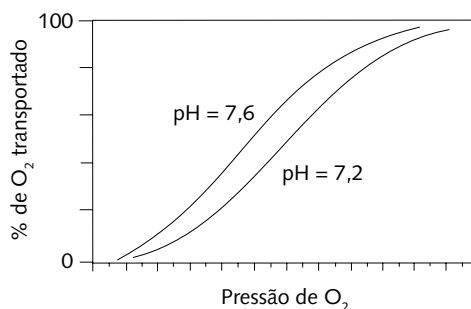
Comentários

Como pode ser visto pelos exemplos de resolução e pela resposta esperada, esta é uma questão muito simples de estequiometria e de cálculo de gases, assuntos muito vistos no ensino médio. Avalia-se conhecimento sobre reações químicas, alotropia e cálculo estequiométrico. Os cálculos exigidos são muito simples.

Novamente fica demonstrado que os estudantes têm problemas de leitura. A quantidade de O_2 no ar atmosférico não foi fornecida pois, além de ser uma grandeza suficientemente importante para que seja memorizada, o seu valor estava explicitado no enunciado da questão 2. Os itens a e b são muito simples. O item c, apesar de fácil, carrega consigo a tentação de se aplicar as equações de gases ideais que, se não forem usadas com critério, podem levar a erros. A equação que iguala as quantidades $P \times V / T$ em dois estados não pode ser aplicada pois há uma reação química em jogo e a equação de Clapeyron deve ser bem analisada a partir da equação química. As quantidades escolhidas no enunciado favoreciam uma tentativa de aplicação simples e direta de equações, porém, no caso de uma leitura equivocada do processo, induziu o candidato a somar as pressões inicial e final.

Questão 7

Alcalose e acidose são dois distúrbios fisiológicos caracterizados por alterações do pH no sangue: a alcalose corresponde a um aumento enquanto a acidose corresponde a uma diminuição do pH. Estas alterações de pH afetam a eficiência do transporte de oxigênio pelo organismo humano. O gráfico esquemático abaixo mostra a porcentagem de oxigênio transportado pela hemoglobina, em dois pH diferentes em função da pressão do O_2 .

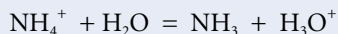


- a) Em qual dos dois pH há uma maior eficiência no transporte de oxigênio pelo organismo? Justifique.
 b) Em casos clínicos extremos pode-se ministrar solução aquosa de NH_4Cl para controlar o pH do sangue. Em qual destes distúrbios (alcalose ou acidose) pode ser aplicado esse recurso? Explique.

Resposta esperada

- a) A maior eficiência na absorção do oxigênio é no pH = 7,6 pois a curva que representa o processo é mais inclinada do que em pH = 7,2.
 ou
 A maior eficiência é no pH = 7,6 pois em qualquer ponto desta curva o percentual de O_2 é maior do que no ponto correspondente da curva em pH = 7,2. (2 pontos)
- b) Na alcalose pois
 $NH_4^+ + OH^- = NH_4OH$
 ou
 $NH_4^+ = NH_3 + H^+$
 $H^+ + OH^- = H_2O$

ou



Com isto a concentração de OH^- diminui no sangue.

ou ainda,

Na alcalose, pois o NH_4Cl se hidrolisa em meio aquoso deixando a solução ácida de modo que o pH da solução abaixa. (3 pontos)

Exemplos de resolução

Nota 1

- No pH = 7,2 porque como mostra o gráfico, para mesma porcentagem de O_2 transportado, a pressão de O_2 é maior quando o pH = 7,2.
- O NH_4Cl é um sal de base fraca e de ácido forte, que prevalece. Portanto esse sal pode ser usado nos casos de alcalose, quando o pH aumenta, pois esse sal, por ter caráter ácido, diminui o pH do sangue.

Nota 5

- A maior eficiência no transporte de oxigênio acontece em pH igual a 7,6 pois em um mesmo valor de pressão do oxigênio, a porcentagem de oxigênio transportado é maior neste valor de pH, fato comprovado pelo gráfico.
- Ao se misturar uma solução aquosa de NH_4Cl , esta estará dissociada em íons NH_4^+ e Cl^- . Com isso, ocorre o controle de um caso de alcalose pois o excesso de íons OH^- no sangue será neutralizado pelos íons NH_4^+ provenientes da solução de NH_4Cl .

Comentários

Esta é uma questão que avalia leitura de gráfico, que, neste caso, não é de todo simples, e equilíbrio ácido-base e hidrólise.

O desempenho apresentado está um pouco acima do esperado (média = 1,99). É interessante observar que a leitura do gráfico não foi tão difícil quanto esperado. De um modo geral os candidatos tiveram maior pontuação no item a. O assunto hidrólise não é muito bem dominado pelos estudantes.

A média geral alcançada que equivale a 3,98 na escala de 0 a 10, puxada pelos candidatos de Biológicas (4,94) pode ser considerada muito boa. Talvez isso possa ser entendido, em parte, em função do enunciado direto da questão. É importante lembrar que não é correto utilizar expressões como: “o sal é formado por uma base fraca e um ácido forte”, fazendo-se alusão ao NH_4OH e HCl respectivamente, e portanto o meio será ácido. A referência deve ser dada à reação de hidrólise que o íon NH_4^+ sofre em água, o que não ocorre com o cloreto.

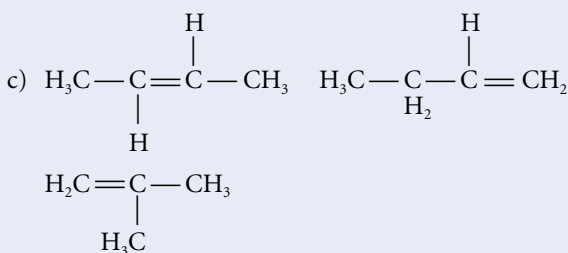
Questão 8

No processo de amadurecimento de frutas, uma determinada substância é liberada. Essa substância, que também é responsável pela aceleração do processo, é um gás cujas moléculas são constituídas apenas por átomos de hidrogênio e de carbono, numa proporção de 2:1. Além disso, essa substância é a primeira de uma série homóloga de compostos orgânicos.

- Em face das informações acima, é possível explicar o hábito que algumas pessoas têm de embrulhar frutas ainda verdes para que amadureçam mais depressa? Justifique.
- Qual é a fórmula molecular e o nome do gás que desempenha esse importante papel no amadurecimento das frutas?
- Escreva as fórmulas estruturais dos isômeros de menor massa molar dessa série homóloga.

Resposta esperada

- Embrulhando-se a fruta, aumenta (mantém-se) a concentração (quantidade) do gás (substância) e com isto o processo de amadurecimento é acelerado ainda mais (aumenta a velocidade). (1 ponto)
- C_2H_4 etano ou etileno (2 pontos)



(2 pontos)

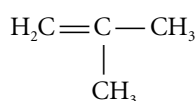
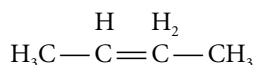
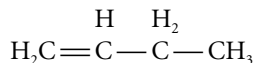
Exemplos de resolução

Nota 1

- Sim, pois quando embrulha-se a fruta, ainda verde, esta irá liberar o gás metano que, ficará retido pois haverá o papel, geralmente papel alumínio, impedindo sua dispersão e promovendo o amadurecimento da fruta.
- Gás metano e sua fórmula é: CH_4
- CH_4 ; C_3H_8 ; C_4H_{10}

Nota 5

- O hábito de se embrulhar frutas verdes para que amadureçam mais rápido tem fundamento pois estando as frutas embrulhadas o gás por elas liberado não se dispersa no ar e faz com que a frutas realmente amadureçam.
- O gás mencionado pelo enunciado do exercício tem fórmula molecular igual a C_2H_4 e seu nome é eteno (mais comumente chamado etileno).
- Eles são:



Comentários

Esta é uma questão de Química Orgânica, muito simples, que examina aspectos fundamentais de nomenclatura, de fórmulas e de isomeria e também raciocínio lógico. Como era esperado, o desempenho demonstrou que grande parte dos candidatos estavam preparados para responder à questão que, inclusive, dava várias informações no seu enunciado procurando minimizar problemas de memorização (média = 2,33).

Questão 9

Evidências experimentais mostram que somos capazes, em média, de segurar por um certo tempo um frasco que esteja a uma temperatura de 60°C , sem nos queimarmos. Suponha uma situação em que dois béqueres contendo cada um deles um líquido diferente (X e Y) tenham sido colocados sobre uma chapa elétrica de aquecimento, que está à temperatura de 100°C . A temperatura normal de ebulição do líquido X é 50°C e a do líquido Y é 120°C .

- Após certo tempo de contato com esta chapa, qual dos frascos poderá ser tocado com a mão sem que se corra o risco de sofrer queimaduras? Justifique a sua resposta.
- Se a cada um desses frascos for adicionada quantidade igual de um soluto não volátil, mantendo-se a chapa de aquecimento a 100°C , o que acontecerá com a temperatura de cada um dos líquidos? Explique.

Resposta esperada

- É o frasco que contém o líquido X pois ele estará em ebulição a 50°C . (2 pontos)
- A temperatura do frasco que contém o líquido X aumentará enquanto a do Y permanecerá em 100°C . A temperatura de ebulição de um líquido aumenta com a adição de um soluto não volátil. (3 pontos)

Exemplos de resolução

Nota 1

- Poderá ser tocado com a mão o frasco que contém o líquido X pois este irá ter uma absorção menor de calor, pois sua temperatura máxima de ebulição é 50°C , sendo o seu máximo de absorção.
- Adicionando-se um soluto não-volátil a temperatura de ebulição dos líquidos aumentam pois aumenta seu ponto de ebulição com a adição de um soluto ao líquido. Ou seja, haverá um aumento em sua temperatura.

Nota 5

- O frasco com o líquido X poderá ser tocado pois como seu ponto de ebulição é 50°C , até que todo o líquido evapore, a temperatura do frasco, permanecerá 50° , que é suportável ao tato. Já o

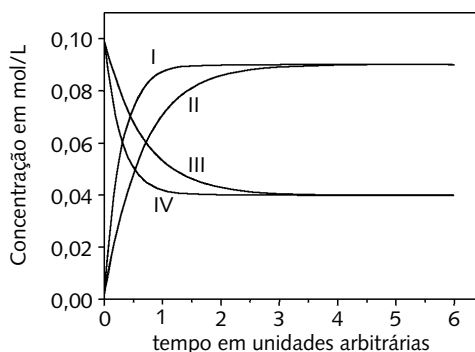
- ▶ outro frasco, a temperatura irá até 100°C pois seu ponto de ebulição é 120°C.
- b) Com o soluto, a temperatura do líquido X aumentará pois seu ponto de ebulição aumentará. Já a temperatura do líquido Y permanecerá 100°C mas seu ponto de ebulição aumentará também.

Comentários

Esta questão examina conceitos fundamentais como ponto de ebulição e de propriedades coligativas. Se o enunciado não estivesse dentro de um contexto, é possível que a média geral fosse maior. Convém lembrar que o sentido de queimar, ou não, está mais ligado, vulgarmente, à ebulição do líquido. É pouco comum que livros-texto do ensino médio tratem do aquecimento de outros líquidos que não a água. Pelo observado no dia-a-dia da vida nota-se que líquidos quentes como água, óleo, sopa (contém bastante água) etc. causam queimaduras na pele. A leitura desatenta das informações contidas no enunciado, associada ao senso comum, levou um bom número de candidatos ao erro.

Questão 10

A figura abaixo representa, sob o ponto de vista cinético, a evolução de uma reação química hipotética na qual o reagente A se transforma no produto B. Das curvas I, II, III e IV, duas dizem respeito à reação catalisada e duas, à reação não catalisada.



- a) Quais das curvas representam as concentrações de A e de B, em função do tempo, para a reação não catalisada? Indique a curva que se refere à concentração de A e a curva que se refere à concentração de B.
- b) Calcule o valor da constante de equilíbrio para a reação de transformação de A em B.

Resposta esperada

- a) Curvas II e III
 $II \rightarrow B$ $III \rightarrow A$ (2 pontos)
- b) $2A = 3B$
 [A] final = 0,04
 [A] inicial = 0,10
 diferença [A] = 0,03
 $K = (0,09)^3 / (0,02)^2 = 0,456$ (3 pontos)
 Obs.: Basta montar a equação corretamente. Não é necessário o cálculo.

Exemplos de resolução

Nota 1

- a) As curvas que representam as concentrações de A e B para reação não catalisada são a I e a IV. (I – B e IV – A)
- b) $Ke = \frac{[0,09]}{0,04} = 2,25$

Nota 5

- a) A curva II representa a concentração de B e a III representa a concentração de A para uma reação não catalisada (As duas ascendentes representam B e as descendentes, A)
- b) $2A \rightarrow 3B$
- | | | |
|-------|-------|------------|
| 0,1 | 0 | início |
| 0,06 | – | gasta |
| – | 0,09M | forma |
| 0,04M | 0,09M | equilíbrio |

$$K_c = \frac{[B]^3}{[A]^2} = \frac{(9 \cdot 10^{-2})^3}{(4 \cdot 10^{-2})^2} =$$

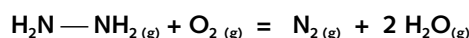
$$\frac{729}{16} \cdot 10^{-2}$$

Comentários

É interessante observar que o desempenho desta questão foi similar ao da questão 7, que envolve leitura de gráfico. O item a era o mais fácil e aí a maioria obteve pontuação. No item b é que a maioria sentiu dificuldade. Em livros-texto é comum tratar equilíbrios em termos de velocidade das reações direta e inversa. No entanto, não é comum retirar de curvas de velocidade, dados de concentrações, estequiometria e, com isto, calcular valores de constantes de equilíbrio. Por se tratar de um caso pouco comum, os candidatos tiveram bastante dificuldade no item b.

Questão 11

A hidrazina ($\text{H}_2\text{N} - \text{NH}_2$) tem sido utilizada como combustível em alguns motores de foguete. A reação de combustão que ocorre pode ser representada, simplificadamente, pela seguinte equação:



A variação de entalpia dessa reação pode ser estimada a partir dos dados de entalpia das ligações químicas envolvidas. Para isso, considera-se uma absorção de energia quando a ligação é rompida, e uma liberação de energia quando a ligação é formada. A tabela abaixo apresenta dados de entalpia por mol de ligações rompidas.

Ligação	Entalpia / kJ mol^{-1}
H — H	436
H — O	464
N — N	163
N = N	514
N \equiv N	946
C — H	413
N — H	389
O = O	498
O — O	134
C = O	799

- a) Calcule a variação de entalpia para a reação de combustão de um mol de hidrazina.
 b) Calcule a entalpia de formação da hidrazina sabendo-se que a entalpia de formação da água no estado gasoso é de -242 kJ mol^{-1} .

Resposta esperada

a) Ligações rompidas

$$\text{N} - \text{N} = 163 = 163 \text{ kJ}$$

$$4 \text{ H} - \text{N} = 4 \times 389 = 1556 \text{ kJ}$$

$$\text{O} = \text{O} = 498 = 498$$

$$\text{Total} = 2217 \text{ kJ}$$

Ligações formadas

$$\text{N} \equiv \text{N} \quad -946 = -946$$

$$4 \text{ H} - \text{O} \quad 4 \times -464 = -1856$$

$$\text{Total} = -2802 \text{ kJ}$$

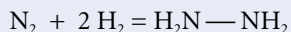
$$\text{Total da reação} = -585 \text{ kJ/mol}$$

(3 pontos)

b) $\Delta H_r = \sum \Delta H_f^p - \sum \Delta H_f^r = -242 \times 2 - R = -585 \text{ kJ}$

$$R = 585 - 484 = 101 \text{ kJ/mol}$$

ou



$$\text{N} \equiv \text{N} = 946 \text{ kJ}$$

$$2 \text{H} - \text{H} = 872$$

$$\text{Total} = 1818 \text{ kJ}$$

$$\text{N} - \text{N} = -163 \text{ kJ}$$

$$3 \text{H} - \text{N} = -1556 \text{ kJ}$$

$$\text{Total} = -1719 \text{ kJ}$$

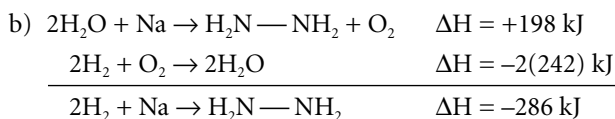
$$\text{Total da reação} = 99 \text{ kJ/mol}$$

(2 pontos)

Exemplos de resolução

Nota 1

$$\begin{aligned} \text{a) } \Delta H &= 163 + 4(464) - [4(389) + 163 + 498] \\ \Delta H &= -198 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$



Nota 5

a) A variação de entalpia é dada pela soma das energias das ligações rompidas que são absorvidas e positivas com as energias das ligações formadas e negativas. Assim:

$$\text{DH} = +4\text{N} - \text{N} + 1 \text{N} - \text{N} + 10 = 0 - 1 \text{N} \equiv \text{N} - 4 \text{H} - \text{O}$$

$$\text{DH} = +4 \cdot 389 + 163 + 498 - 946 - 4 \cdot 464$$

$$\text{DH} = +2217 - 2802$$

$$\text{DH} = -585 \text{ kJ/mol}$$

A variação entalpia é -585 kJ/mol

b) A variação de entalpia também pode ser dada pela diferença entre os calores de formação dos módulos e dos reagentes, sendo que as substâncias simples têm calores de formação nulos

$$\Delta H = H_{\text{p}} - H_{\text{r}}$$

$$-585 = \Delta H_{\text{f}}^{\circ} \text{N}_2 + 2 \Delta H_{\text{f}}^{\circ} \text{H}_2\text{O} - \Delta H_{\text{f}}^{\circ} \text{H}_2\text{N} - \text{NH}_2 - \Delta H_{\text{f}}^{\circ} \text{O}$$

$$-585 = 0 + 2(-242) - \Delta H_{\text{f}}^{\circ} - 0$$

$$\Delta H_{\text{f}}^{\circ} = 101 \text{ kJ mol}^{-1}$$

A entalpia de formação da hidrazina vale 101 kJ mol^{-1}

Comentários

O desempenho baixo (média = 1,39) já era esperado neste tipo de questão. Isto ocorre pois este assunto envolve estequiometria, energia e suas convenções de símbolos e sinais.

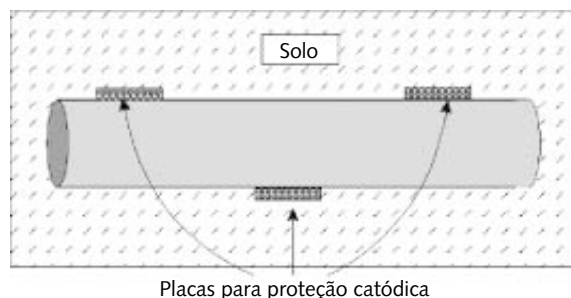
De modo geral, em questões de termoquímica os estudantes obtêm baixo desempenho. É isto que foi observado apesar da formulação bastante tradicional da questão. Aqui na questão havia o fato adicional de que o candidato deveria conhecer e levar em consideração o número de ligações entre os vários átomos (simples, duplas ou triplas). Para o item **b** havia dois caminhos possíveis para o cálculo.

Questão 12

Um corpo metálico quando exposto ao ar e à umidade pode sofrer um processo de corrosão (oxidação), o que pode deixá-lo impróprio para a função a que se destinava.

- a) Uma das formas de se minimizar este processo é a “proteção catódica”: prende-se um “metal de sacrifício” no corpo que se deseja proteger do processo de oxidação. Suponha que você deseja fazer a proteção catódica de uma tubulação em ferro metálico. Qual das substâncias da tabela abaixo você usaria? Justifique.

Potenciais padrão de redução	
Semi reação de redução	E° / volts
$F_2(g) + 2 e^- = 2 F^-(g)$	+2,87
$Br_2(g) + 2 e^- = 2 Br^-(aq)$	+1,08
$Ag^+(aq) + e^- = Ag(s)$	+0,80
$Cu^{2+}(aq) + 2 e^- = Cu(s)$	+0,34
$Ni^{2+}(aq) + 2 e^- = Ni(s)$	-0,25
$Fe^{2+}(aq) + 2 e^- = Fe(s)$	-0,44
$Mg^{2+}(aq) + 2 e^- = Mg(s)$	-2,37



- b) Uma outra forma de evitar a corrosão é a galvanização: deposita-se sobre o corpo metálico uma camada de um outro metal que o proteja da oxidação. Das substâncias da tabela acima, qual você usaria para galvanizar uma tubulação em ferro metálico? Justifique.

Resposta esperada

- a) Magnésio, pois pelo potencial padrão de oxidação (+2,37 v) se oxida com mais facilidade do que o ferro (potencial de oxidação = +0,44 v) (2 pontos)
- b) Níquel (cobre, prata), pois pelo seu potencial de oxidação (+0,25, -0,34, -0,80) tem menor tendência à oxidação que o ferro, protegendo-o, portanto, da oxidação. (3 pontos)

Exemplos de resolução

Nota 1

- a) Utilizaríamos neste caso flúor. Prendendo-se ao ferro, resultariam num maior potencial padrão, evitando assim a corrosão. Seria o mais eficaz dos 4 possíveis (Br, Ag e Cu)
- b) Para a galvanização, seria vantajoso um metal cujo potencial de redução fosse menor que o seu. Assim, notamos que esse é preferencialmente o níquel, formando assim uma camada protetora sobre o ferro.

Nota 5

- a) Se fosse fazer uma proteção catódica em uma tubulação de ferro metálico, usaria o $Mg^0(s)$ como metal de sacrifício, pois é o metal que tem menor potencial de redução, portanto, maior potencial de oxidação, então se oxidaria em vez do ferro das tubulações.
- b) Para galvanizar uma tubulação de ferro poderia ser usado tanto cobre quanto prata devido os seus baixos potenciais de oxidação (-0,34 e -0,80 respectivamente) mas, tendo em vista os custos de uma galvanização de uma tubulação de ferro com prata, o metal a ser escolhido seria o cobre, portanto, galvanizaria a tubulação de ferro com cobre.

Comentários

O assunto eletroquímica, assim como a termoquímica, é problemático para a maioria dos candidatos. Assim, embora a questão examine aspectos muito fundamentais para os estudantes, pode ser considerada difícil. Muitas vezes dá-se ênfase somente aos valores de potenciais padrão de eletrodo, constantemente utilizados como critério de se estabelecer espontaneidade de reações, esquecendo-se de comentar aspectos importantes como o estado físico do material, sua reatividade com outras substâncias, etc. Geralmente a eletroquímica no ensino médio fica confinada a discussões como: espontaneidade ou não de uma reação, determinação da força eletromotriz da pilha, etc. Aspectos importantes do cotidiano, envolvendo reações de oxidação e redução, geralmente não são levados em conta neste tópico de Química, exceção feita a baterias de automóveis.