



**EXAME DE SELEÇÃO PARA O PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (PPGQ-UFC)/2020.2**

## **DOUTORADO**

**Data: 13/10/2020**

**Horário: 14 h**

### **Instruções gerais:**

1. A prova consta de dois formulários, sendo:
  - i) **FORMULÁRIO 1:** 04 (quatro) questões de Conhecimentos Gerais em Química. Todas as questões deste formulário são **OBRIGATÓRIAS**;
  - ii) **FORMULÁRIO 2:** 08 (oito) questões de Conhecimentos Específicos em Química. Dentre estas, o(a) candidato(a) deverá responder **APENAS** quatro questões a sua escolha. A opção **CORRIGIR** deve ser selecionada para as quatro questões a serem consideradas.
2. As questões, em ambos os formulários, contêm itens com numerações entre parênteses no início de cada um deles. Cada questão pode apresentar um ou mais itens corretos, de modo que a resposta correta corresponderá ao somatório dos itens corretos.
3. Para efeito de correção, **APENAS** oito questões (quatro de Conhecimentos Gerais e quatro de Conhecimentos Específicos – escolhidas pelo(a) candidato(a)) serão consideradas.
4. A duração da prova é de **4 (quatro) horas**.

### **Instruções sobre este formulário:**

1. Este formulário contém 04 (quatro) questões de Conhecimentos Gerais em Química. Todas as questões são **OBRIGATÓRIAS**;

**FORMULÁRIO 1**  
**QUESTÕES DE CONHECIMENTOS GERAIS EM QUÍMICA**  
**(TODAS AS QUESTÕES SÃO OBRIGATÓRIAS)**

1. Indicar no campo abaixo o número de se CPF (apenas números)

2. Analise as afirmativas a seguir:

(2) tricloreto de alumínio e tricloreto de boro são solúveis em água, pois ambos são substâncias polares.

(4) o maior ponto de ebulição do n-octano (126 °C) em relação ao do metano (-183 °C) é devido à maior polarizabilidade do octano.

(8) Xe tem maior ponto de ebulição do que Ar, a pressão atmosférica (1 atm), uma vez que as forças de dispersão de London são mais fortes no Xe devido ao seu maior raio atômico.

(16) a ordem crescente dos valores de pressão de vapor dos compostos FCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>F (1), HOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH (2) e HOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>F (3), a uma dada temperatura, é (1) < (3) < (2), em decorrência da diminuição das forças de interação entre as moléculas desses compostos.

(32) a diferença entre os pontos de ebulição do n-octano e etano ( $\Delta = 215$  °C) é maior do que a diferença entre os pontos de ebulição do n-octanol e etanol ( $\Delta = 116$  °C). Isso pode ser atribuído às maiores e mais diversas forças intermoleculares (dipolo-dipolo, ligação de hidrogênio e ligação covalente) as quais os álcoois estão submetidos.

Considerando apenas as afirmativas verdadeiras, marque a opção que corresponde ao somatório (números entre parênteses) correto que:

- A) 12
- B) 14
- C) 20
- D) 30
- E) 38

**Resolução**

i) Tricloreto de alumínio e tricloreto de boro são solúveis em água, pois ambos são substâncias polares.

ii) o maior ponto de ebulição do n-octano (126 °C) em relação ao do metano (-183 °C) é devido à maior polarizabilidade do octano.

iii) Xe tem maior ponto de ebulição do que Ar, a pressão atmosférica (1 atm), uma vez que as forças de dispersão de London são mais fortes no Xe devido ao seu maior raio atômico.

iv) Substâncias com forças intermoleculares mais fortes possuem menor pressão de vapor. A ordem crescente de intensidade das forças intermoleculares é: FCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>F (1) < HOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>F (3) < HOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH (2), que é a mesma ordem da intensidade das ligações de hidrogênio. A ordem da pressão de vapor é inversamente proporcional, ou seja, (2) < (3) < (1) e não (1) < (3) < (2).

v) Ligação covalente não é um tipo de força intermolecular.

- (2) Errado
- (4) Correto
- (8) Correto
- (16) Errado
- (32) Errado

Portanto a resposta correta é alternativa A 12

3. Devido à sua baixa reatividade, acreditava-se que os gases nobres eram quimicamente inertes, concepção que deu o nome a esses elementos e que perdurou até o ano de 1962, quando o químico inglês N. Bartlett sintetizou o primeiro composto de gás nobre, o hexafluoroplatinato ( $\text{XePtF}_6$ ). Outros compostos, como por exemplo, fluoretos de xenônio são usados como agentes oxidantes poderosos, conforme reação representada pela equação química abaixo:



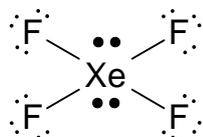
Com relação à molécula de  $\text{XeF}_4$ , é correto afirmar que:

- (2) é polar sendo, portanto, bastante solúvel em água.
- (4) possui dois pares de elétrons não ligantes no átomo de Xe.
- (8) possui geometria eletrônica tetraédrica em torno do átomo de Xe.
- (16) possui geometria molecular quadrado planar e a hibridação do átomo de Xe é  $\text{sp}^3\text{d}^2$ .
- (32) a baixa eletronegatividade do Xe tornam as ligações Xe-F predominantemente iônicas.

Considerando apenas as afirmativas verdadeiras, marque a opção que corresponde ao somatório (números entre parênteses) correto:

- A) 6
- B) 18
- C) 20
- D) 36
- E) 40

### Resolução



A geometria molecular é quadrado planar e a hibridação do Xe é  $\text{sp}^3\text{d}^2$  (16)

O Xe possui dois pares de elétrons não-ligantes (4)

A molécula é apolar

Sua geometria eletrônica é octaédrica

- (2) Errado
- (4) Correto
- (8) Errado
- (16) Correto
- (32) Errado

Portanto a resposta correta é a alternativa C 20

4. O tempo de meia-vida para a reação de decomposição térmica do óxido de etileno é 363 min a 378,5 °C, e a energia de ativação é 217,57 kJ mol<sup>-1</sup>. Como a reação é de primeira ordem, é correto afirmar que:

- (2) o aumento da temperatura causa diminuição da velocidade da reação.
- (4) o tempo necessário para decompor 75% do óxido de etileno a 450 °C é 13,6 min.
- (8) a constante de velocidade para a reação a 450 °C é de aproximadamente 0,102 min<sup>-1</sup>.
- (16) a constante de velocidade para a reação a 378,5 °C é de aproximadamente 1,925 x 10<sup>-3</sup> min<sup>-1</sup>.
- (32) o tempo necessário para que haja apenas 1/3 da concentração inicial de óxido de etileno a 378,5 °C é 380 min.

Considerando apenas as afirmativas verdadeiras, marque a opção que corresponde ao somatório (números entre parênteses) correto:

- A) 14
- B) 28
- C) 34
- D) 44
- E) 56

### Resolução

i) O aumento de temperatura causa aumento da velocidade da reação, pois a constante de velocidade aumenta de 1,925 x 10<sup>-3</sup> para 0,102 min<sup>-1</sup> quando medido em 378,5 e 450 °C, respectivamente.

$$\text{ii) } \ln[A] = \ln[A]_0 - kt$$

$$\ln \frac{0,25[A]_0}{[A]_0} = -0,102t$$

$$t = 13,6 \text{ min}$$

$$\text{iii) } t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

$$363 \text{ min} = 0,693/k$$

$$k = 1,925 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$$

$$\text{iv) } \ln k_1 - \ln k_2 = \frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln 1,925 \times 10^{-3} - \ln k_2 = \frac{217,57 \times 10^{-3}}{8,314} \left( \frac{1}{723,15} - \frac{1}{651,65} \right)$$

$$k_2 = 0,102 \text{ min}^{-1}$$

$$\text{v) } \ln[A] = \ln[A]_0 - kt$$

$$\ln \frac{[A]_0}{3[A]_0} = -1,925 \times 10^{-3} t$$

$$t = 570 \text{ min}$$

- (2) Errado
- (4) Correto
- (8) Correto
- (16) Correto
- (32) Errado

Portanto a resposta correta é alternativa B 28

5. Considere uma solução aquosa de ácido fórmico, HCOOH, de pH 3,53, e analise as afirmativas abaixo. (Dado:  $K_a(\text{HCOOH}) = 1,77 \times 10^{-4}$ )

(2) A equação de ionização do ácido é:  $\text{HCOOH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{HCOO}^-(\text{aq})$

(4) A expressão da constante de equilíbrio é:  $K_a = [\text{HCOOH}] / ([\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCOO}^-])$

(8) No equilíbrio, temos  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HCOO}^-]$

(16)  $[\text{HCOOH}]_{\text{inicial}} = 4,92 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$

(32)  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2,95 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$

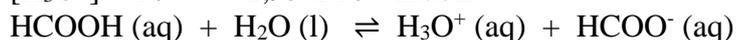
Considerando apenas as afirmativas verdadeiras, marque a opção que corresponde ao somatório (números entre parênteses) correto:

- A) 06
- B) 14
- C) 26
- D) 42
- E) 62

**Resolução: letra d – 42**

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = 3,53$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,53} = 2,95 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$



Equação (1)

$$K_a = ([\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCOO}^-]) / [\text{HCOOH}] = 1,77 \times 10^{-4}$$

Sabe-se que em  $\text{pH} = 3,53$  temos  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2,95 \times 10^{-4}$ , e no equilíbrio  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HCOO}^-]$ . Assim, substituindo na Equação (1) encontramos a  $[\text{HCOOH}]$  no equilíbrio:

$$[\text{HCOOH}]_{\text{eq.}} = ([\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq.}} \cdot [\text{HCOO}^-]_{\text{eq.}}) / K_a$$

$$[\text{HCOOH}]_{\text{eq.}} = (2,95 \times 10^{-4})^2 / 1,77 \times 10^{-4}$$

$$[\text{HCOOH}]_{\text{eq.}} = 4,92 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

Agora calculamos a concentração inicial do ácido fórmico:

$$[\text{HCOOH}]_{\text{inicial}} = [\text{HCOOH}]_{\text{eq.}} + [\text{HCOO}^-]_{\text{eq.}}$$

$$[\text{HCOOH}]_{\text{inicial}} = 4,92 \times 10^{-4} + 2,95 \times 10^{-4} = 7,87 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

- (2) Correto
- (4) Errada
- (8) Correto
- (16) Errado
- (32) Correto

Portanto a resposta correta é alternativa D 42