

CONSTANTES

Constante de Avogadro	=	$6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Faraday (F)	=	$9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
Volume molar de gás ideal	=	$22,4 \text{ L (CNTP)}$
Carga elementar	=	$1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Constante dos gases (R)	=	$8,21 \times 10^{-2} \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 62,4 \text{ mmHg L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

DEFINIÇÕES

Condições normais de temperatura e pressão (CNTP): 0°C e 760 mmHg .

Condições ambientais: 25°C e 1 atm .

Condições-padrão: 25°C , 1 bar , concentração das soluções: 1 mol L^{-1} (rigorosamente: atividade unitária das espécies).

(s) ou (c) = sólido cristalino; (l) ou (ℓ) = líquido; (g) = gás; (aq) = aquoso; (graf) = grafite; (CM) = circuito metálico; (conc) = concentrado; (ua) = unidades arbitrárias; [A] = concentração da espécie química A em mol L^{-1} .

MASSAS MOLARES

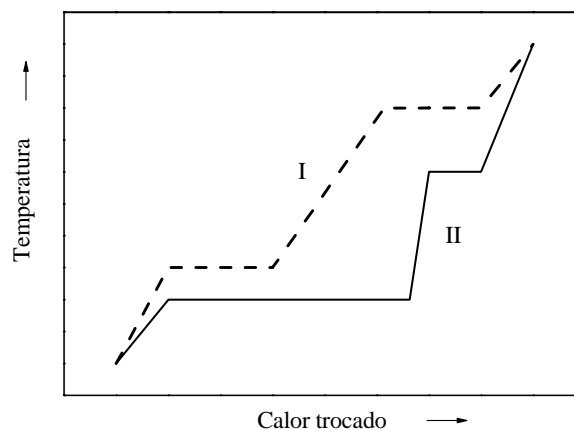
Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol^{-1})	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol^{-1})
H	1	1,01	K	19	39,10
He	2	4,00	Ca	20	40,08
Li	3	6,94	Fe	26	55,85
Be	4	9,01	Ni	28	58,69
C	6	12,01	Cu	29	63,55
N	7	14,01	Zn	30	65,41
O	8	16,00	Br	35	79,91
F	9	19,00	Kr	36	83,80
Na	11	22,99	Ag	47	107,87
Mg	12	24,31	Sn	50	118,71
Si	14	28,09	I	53	126,90
P	15	30,97	Ba	56	137,33
S	16	32,07	Hg	80	200,59
Cl	17	35,45	Pb	82	207,21

Questão 1. Amostras de massas iguais de duas substâncias, I e II, foram submetidas independentemente a um processo de aquecimento em atmosfera inerte e a pressão constante. O gráfico abaixo mostra a variação da temperatura em função do calor trocado entre cada uma das amostras e a vizinhança.

Dados: ΔH_f e ΔH_v representam as variações de entalpia de fusão e de vaporização, respectivamente, e c_p é o calor específico.

Assinale a opção **ERRADA** em relação à comparação das grandezas termodinâmicas.

- A** () $\Delta H_f(\text{I}) < \Delta H_f(\text{II})$
- B** () $\Delta H_v(\text{I}) < \Delta H_v(\text{II})$
- C** () $c_{p,\text{I}(\text{s})} < c_{p,\text{II}(\text{s})}$
- D** () $c_{p,\text{II}(\text{g})} < c_{p,\text{I}(\text{g})}$
- E** () $c_{p,\text{II}(\text{l})} < c_{p,\text{I}(\text{l})}$



Questão 2. Um recipiente aberto contendo inicialmente 30 g de um líquido puro a 278 K, mantido à pressão constante de 1 atm, é colocado sobre uma balança. A seguir, é imersa no líquido uma resistência elétrica de 3Ω conectada, por meio de uma chave S, a uma fonte que fornece uma corrente elétrica constante de 2 A. No instante em que a chave S é fechada, dispara-se um cronômetro. Após 100 s, a temperatura do líquido mantém-se constante a 330 K e verifica-se que a massa do líquido começa a diminuir a uma velocidade constante de 0,015 g/s. Considere a massa molar do líquido igual a M. Assinale a opção que apresenta a variação de entalpia de vaporização (em J/mol) do líquido.

- A () 500 M B () 600 M C () 700 M D () 800 M E () 900 M

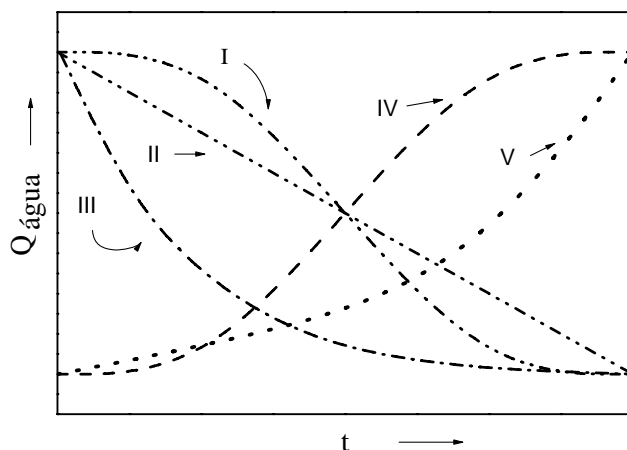
Questão 3. Utilizando o enunciado da questão anterior, assinale a opção que apresenta o valor do trabalho em módulo (em kJ) realizado no processo de vaporização após 180 s de aquecimento na temperatura de 330 K.

- A () 4,4 / M B () 5,4 / M C () 6,4 / M D () 7,4 / M E () 8,4 / M

Questão 4. Dois béqueres, X e Y, contêm, respectivamente, volumes iguais de soluções aquosas: concentrada e diluída de cloreto de sódio na mesma temperatura. Dois recipientes hermeticamente fechados, mantidos à mesma temperatura constante, são interconectados por uma válvula, inicialmente fechada, cada qual contendo um dos béqueres. Aberta a válvula, após o restabelecimento do equilíbrio químico, verifica-se que a pressão de vapor nos dois recipientes é P_f . Assinale a opção que indica, respectivamente, as comparações **CORRETAS** entre os volumes inicial (VX_i) e final (VX_f), da solução no béquer X e entre as pressões de vapor inicial (PY_i) e final (P_f) no recipiente que contém o béquer Y.

- A () $VX_i < VX_f$ e $PY_i = P_f$
 B () $VX_i < VX_f$ e $PY_i > P_f$
 C () $VX_i < VX_f$ e $PY_i < P_f$
 D () $VX_i > VX_f$ e $PY_i > P_f$
 E () $VX_i > VX_f$ e $PY_i < P_f$

Questão 5. Utilizando o enunciado da questão anterior, assinale a opção que indica a curva no gráfico abaixo que melhor representa a quantidade de massa de água transferida ($Q_{\text{água}}$) ao longo do tempo (t) de um recipiente para o outro desde o instante em que a válvula é aberta até o restabelecimento do equilíbrio químico.



- A () I B () II C () III D () IV E () V

Questão 6. Considere duas placas X e Y de mesma área e espessura. A placa X é constituída de ferro com uma das faces recoberta de zinco. A placa Y é constituída de ferro com uma das faces recoberta de cobre. As duas placas são mergulhadas em béqueres, ambos contendo água destilada aerada. Depois de um certo período, observa-se que as placas passaram por um processo de corrosão, mas não se verifica a corrosão total de nenhuma das faces dos metais. Considere sejam feitas as seguintes afirmações a respeito dos íons formados em cada um dos béqueres:

- I. Serão formados íons Zn^{2+} no béquer contendo a placa X.
- II. Serão formados íons Fe^{2+} no béquer contendo a placa X.
- III. Serão formados íons Fe^{2+} no béquer contendo a placa Y.
- IV. Serão formados íons Fe^{3+} no béquer contendo a placa Y.
- V. Serão formados íons Cu^{2+} no béquer contendo a placa Y.

Então, das afirmações acima, estão **CORRETAS**

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

Questão 7. Embrulhar frutas verdes em papel jornal favorece o seu processo de amadurecimento devido ao acúmulo de um composto gasoso produzido pelas frutas.

Assinale a opção que indica o composto responsável por esse fenômeno.

- A () Eteno.
- B () Metano.
- C () Dióxido de carbono.
- D () Monóxido de carbono.
- E () Amônia.

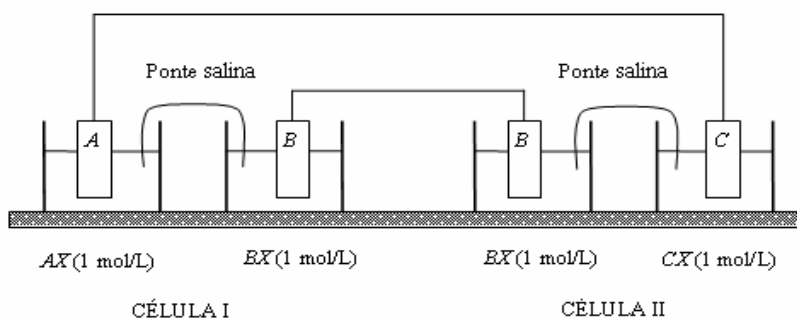
Questão 8. Assinale a opção que apresenta um sal que, quando dissolvido em água, produz uma solução aquosa ácida.

- A () Na_2CO_3
- B () CH_3COONa
- C () CH_3NH_3Cl
- D () $Mg(ClO_4)_2$
- E () NaF

Questão 9. Duas células (I e II) são montadas como mostrado na figura. A célula I consiste de uma placa A(c) mergulhada em uma solução aquosa 1 mol L^{-1} em AX, que está interconectada por uma ponte salina a uma solução 1 mol L^{-1} em BX, na qual foi mergulhada a placa B(c). A célula II consiste de uma placa B(c) mergulhada em uma solução aquosa 1 mol L^{-1} em BX, que está interconectada por uma ponte salina à solução 1 mol L^{-1} em CX, na qual foi mergulhada a placa C(c). Considere que durante certo período as duas células são interconectadas por fios metálicos, de resistência elétrica desprezível.

Assinale a opção que apresenta a afirmação **ERRADA** a respeito de fenômenos que ocorrerão no sistema descrito.

Dados eventualmente necessários: $E^\circ_{A+(aq)/A(c)} = 0,400 \text{ V}$; $E^\circ_{B+(aq)/B(c)} = -0,700 \text{ V}$ e $E^\circ_{C+(aq)/C(c)} = 0,800 \text{ V}$.



- A () A massa da placa C aumentará.
- B () A polaridade da semicélula $B/B^+(aq)$ da célula II será negativa.
- C () A massa da placa A diminuirá.
- D () A concentração de $B^+(aq)$ na célula I diminuirá.
- E () A semicélula $A/A^+(aq)$ será o cátodo.

Questão 10. Realizaram-se testes de solubilidade de pequenas porções de compostos orgânicos constituídos de cinco átomos de carbono, denominados de *A*, *B*, *C*, *D* e *E*.

São fornecidos os seguintes resultados dos testes de solubilidade em vários solventes:

- Teste 1. Os compostos *A*, *B*, *C*, *D* e *E* são solúveis em éter etílico.
- Teste 2. Somente os compostos *B*, *C* e *D* são solúveis em água pura.
- Teste 3. Somente os compostos *B*, *C* e *E* são solúveis em uma solução aquosa diluída de hidróxido de sódio.
- Teste 4. Somente os compostos *D* e *E* são solúveis em uma solução aquosa diluída de ácido clorídrico.

Considere sejam feitas as seguintes identificações:

- I. O composto *A* é o *n*-pentano.
- II. O composto *B* é o 1-pentanol.
- III. O composto *C* é o propionato de etila.
- IV. O composto *D* é a pentilamina.
- V. O composto *E* é o ácido pentanóico.

Então, das identificações acima, estão **ERRADAS**

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

Questão 11. Considere sejam feitas as seguintes afirmações a respeito das formas cristalinas do carbono:

- I. As formas polimórficas do carbono são: diamante, grafite e fulerenos.
- II. O monocristal de grafite é bom condutor de corrente elétrica em uma direção, mas não o é na direção perpendicular à mesma.
- III. O diamante é uma forma polimórfica metaestável do carbono nas condições normais de temperatura e pressão.
- IV. No grafite, as ligações químicas entre os átomos de carbono são tetraédricas.

Então, das afirmações acima, está(ão) **CORRETA(S)**

- A** () apenas I, II e III. **B** () apenas I e III. **C** () apenas II e IV.
D () apenas IV. **E** () todas.

Questão 12. Em junho deste ano, foi noticiado que um caminhão transportando cilindros do composto *t*-butil mercaptana (2-metil-2-propanotiol) tombou na Marginal Pinheiros – cidade de São Paulo. Devido ao acidente, ocorreu o vazamento da substância. Quando adicionada ao gás de cozinha, tal substância fornece-lhe um odor desagradável. Assinale a opção que indica a fórmula molecular **CORRETA** desse composto.

- A** () $(\text{CH}_3)_3\text{CNH}_2$ **B** () $(\text{CH}_3)_3\text{CSH}$ **C** () $(\text{CH}_3)_3\text{CNHCH}_3$
D () $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{NH}_2$ **E** () $(\text{CH}_3)_3\text{CSCH}_2\text{OH}$

Questão 13. Assinale a opção que nomeia o cientista responsável pela descoberta do oxigênio.

- A** () Dalton **B** () Mendeleev **C** () Gay-Lussac **D** () Lavoisier **E** () Proust

Questão 14. Assinale a opção que indica a variação **CORRETA** de entalpia, em kJ/mol, da reação química a 298,15 K e 1 bar, representada pela seguinte equação: $\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) \rightarrow \text{C}_4\text{H}_8(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$.

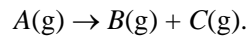
Dados eventualmente necessários: $\Delta H_f^\circ(\text{C}_4\text{H}_8(\text{g})) = -11,4$; $\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) = -393,5$; $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = -285,8$ e $\Delta H_c^\circ(\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g})) = -2.877,6$, em que ΔH_f° e ΔH_c° , em kJ/mol, representam as variações de entalpia de formação e de combustão a 298,15 K e 1 bar, respectivamente.

- A** () -3.568,3 **B** () -2.186,9 **C** () +2.186,9 **D** () +125,4 **E** () +114,0

Questão 15. Durante a utilização de um extintor de incêndio de dióxido de carbono, verifica-se formação de um aerossol esbranquiçado e também que a temperatura do gás ejetado é consideravelmente menor do que a temperatura ambiente. Considerando que o dióxido de carbono seja puro, assinale a opção que indica a(s) substância(s) que torna(m) o aerossol visível a olho nu.

- A () Água no estado líquido.
- B () Dióxido de carbono no estado líquido.
- C () Dióxido de carbono no estado gasoso.
- D () Dióxido de carbono no estado gasoso e água no estado líquido.
- E () Dióxido de carbono no estado gasoso e água no estado gasoso.

Questão 16. Um recipiente fechado contendo a espécie química A é mantido a volume (V) e temperatura (T) constantes. Considere que essa espécie se decompõe de acordo com a equação:



A tabela abaixo mostra a variação da pressão total (P_t) do sistema em função do tempo (t):

t (s)	0	55	200	380	495	640	820
P_t (mmHg)	55	60	70	80	85	90	95

Considere sejam feitas as seguintes afirmações:

- I. A reação química obedece à lei de velocidade de ordem zero.
- II. O tempo de meia-vida da espécie A independe da sua pressão parcial.
- III. Em um instante qualquer, a pressão parcial de A, P_A , pode ser calculada pela equação: $P_A = 2 P_0 - P_t$, em que P_0 é a pressão do sistema no instante inicial.
- IV. No tempo de 640 s, a pressão P_i é igual a 45 mmHg, em que P_i é a soma das pressões parciais de B e C.

Então, das afirmações acima, está(ão) **CORRETA(S)**

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

Questão 17. Assinale a opção que indica a substância que, entre as cinco, apresenta a maior temperatura de ebulição à pressão de 1 atm.

- A () H_3CCHO
- B () H_3CCOCH_3
- C () H_3CCONH_2
- D () H_3CCOOH
- E () $H_3CCOOCH_3$

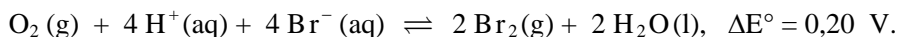
Questão 18. Um indicador ácido-base monoprótico tem cor vermelha em meio ácido e cor laranja em meio básico. Considere que a constante de dissociação desse indicador seja igual a $8,0 \times 10^{-5}$. Assinale a opção que indica a quantidade, em mols, do indicador que, quando adicionada a 1 L de água pura, seja suficiente para que 80% de suas moléculas apresentem a cor vermelha após alcançar o equilíbrio químico.

- A () $1,3 \times 10^{-5}$
- B () $3,2 \times 10^{-5}$
- C () $9,4 \times 10^{-5}$
- D () $5,2 \times 10^{-4}$
- E () $1,6 \times 10^{-3}$

Questão 19. Nas condições ambientes, a 1 L de água pura, adiciona-se 0,01 mol de cada uma das substâncias A e B descritas nas opções abaixo. Dentre elas, qual solução apresenta a maior condutividade elétrica?

- A () A = NaCl e B = AgNO₃
- B () A = HCl e B = NaOH
- C () A = HCl e B = CH₃COONa
- D () A = KI e B = Pb(NO₃)₂
- E () A = Cu(NO₃)₂ e B = ZnCl₂

Questão 20. Considere a reação química representada pela equação abaixo e sua respectiva força eletromotriz nas condições-padrão:



Agora, considere que um recipiente contenha todas as espécies químicas dessa equação, de forma que todas as concentrações sejam iguais às das condições-padrão, exceto a de H^+ . Assinale a opção que indica a faixa de pH na qual a reação química ocorrerá espontaneamente.

A () $2,8 < \text{pH} < 3,4$

B () $3,8 < \text{pH} < 4,4$

C () $4,8 < \text{pH} < 5,4$

D () $5,8 < \text{pH} < 6,4$

E () $6,8 < \text{pH} < 7,4$

As questões dissertativas, numeradas de 21 a 30, devem ser resolvidas e respondidas no caderno de soluções.

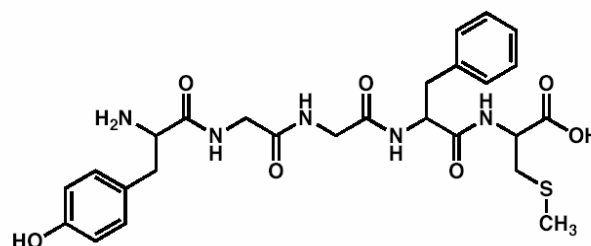
Questão 21. Uma amostra de 1,222 g de cloreto de bário hidratado ($\text{BaCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) é aquecida até a eliminação total da água de hidratação, resultando em uma massa de 1,042 g.

Com base nas informações fornecidas e mostrando os cálculos efetuados, determine:

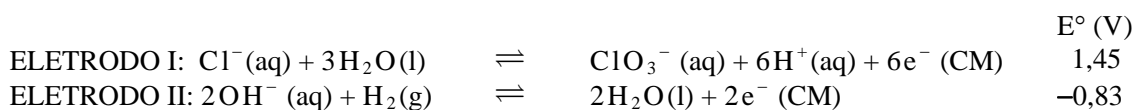
- (a) o número de mols de cloreto de bário,
- (b) o número de mols de água e
- (c) a fórmula molecular do sal hidratado.

Questão 22. O composto mostrado abaixo é um tipo de endorfina, um dos neurotransmissores produzidos pelo cérebro.

- (a) Transcreva a fórmula estrutural da molécula.
- (b) Circule todos os grupos funcionais.
- (c) Nomeie cada um dos grupos funcionais circulados.



Questão 23. Um dos métodos de síntese do clorato de potássio (KClO_3) é submeter uma solução de cloreto de potássio (KCl) a um processo eletrolítico, utilizando eletrodos de platina. São mostradas abaixo as semi-equações que representam as semi-reações em cada um dos eletrodos e os respectivos potenciais elétricos na escala do eletrodo de hidrogênio nas condições-padrão (E°):



- (a) Faça um esquema da célula eletrolítica.
- (b) Indique o cátodo.
- (c) Indique a polaridade dos eletrodos.
- (d) Escreva a equação que representa a reação química global balanceada.

Questão 24. Em um recipiente que contém 50,00 mL de uma solução aquosa 0,100 mol/L em HCN foram adicionados 8,00 mL de uma solução aquosa 0,100 mol/L em NaOH. Dado: $K_a(\text{HCN}) = 6,2 \times 10^{-10}$.

- (a) Calcule a concentração de íons H^+ da solução resultante, deixando claros os cálculos efetuados e as hipóteses simplificadoras.
- (b) Escreva a equação química que representa a reação de hidrólise dos íons CN^- .

Questão 25. Prepara-se, a 25 °C, uma solução por meio da mistura de 25 mL de *n*-pentano e 45 mL de *n*-hexano. Dados: massa específica do *n*-pentano = 0,63 g/mL; massa específica do *n*-hexano = 0,66 g/mL; pressão de vapor do *n*-pentano = 511 torr; pressão de vapor do *n*-hexano = 150 torr.

Determine os seguintes valores, mostrando os cálculos efetuados:

- Fração molar do *n*-pentano na solução.
- Pressão de vapor da solução.
- Fração molar do *n*-pentano no vapor em equilíbrio com a solução.

Questão 26. A tabela abaixo apresenta os valores das temperaturas de fusão (T_f) e de ebulição (T_e) de halogênios e haletos de hidrogênio.

	T_f (°C)	T_e (°C)
F ₂	-220	-188
Cl ₂	-101	-35
Br ₂	-7	59
I ₂	114	184
HF	-83	20
HCl	-115	-85
HBr	-89	-67
HI	-51	-35

- Justifique a escala crescente das temperaturas T_f e T_e do F₂ ao I₂.
- Justifique a escala decrescente das temperaturas T_f e T_e do HF ao HCl.
- Justifique a escala crescente das temperaturas T_f e T_e do HCl ao HI.

Questão 27. Utilizando uma placa polida de cobre puro, são realizados os seguintes experimentos:

- A placa é colocada diretamente na chama do bico de Bunsen. Após um certo período, observa-se o escurecimento da superfície dessa placa.
- Em seguida, submete-se a placa ainda quente a um fluxo de hidrogênio puro, verificando-se que a placa volta a apresentar a aparência original.
- A seguir, submete-se a placa a um fluxo de sulfeto de hidrogênio puro, observando-se novamente o escurecimento da placa, devido à formação de Cu₂S.
- Finalmente, a placa é colocada novamente na chama do bico de Bunsen, readquirindo a sua aparência original.

Por meio das equações químicas balanceadas, explique os fenômenos observados nos quatro experimentos descritos.

Questão 28. Um cilindro de volume V contém as espécies A e B em equilíbrio químico representado pela seguinte equação: $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$. Inicialmente, os números de mols de A e de B são, respectivamente, iguais a nA_1 e nB_1 . Realiza-se, então, uma expansão isotérmica do sistema até que o seu volume duplique ($2V$) de forma que os números de mols de A e de B passem a ser, respectivamente, nA_2 e nB_2 . Demonstrando o seu raciocínio, apresente a expressão algébrica que relaciona o número final de mols de B (nB_2) unicamente com nA_1 , nA_2 e nB_1 .

Questão 29. Dois recipientes contêm soluções aquosas diluídas de estearato de sódio (CH₃(CH₂)₁₆COONa). Em um deles é adicionada uma porção de *n*-octano e no outro, uma porção de glicose, ambos sob agitação. Faça um esquema mostrando as interações químicas entre as espécies presentes em cada um dos recipientes.

Questão 30. Dois frascos, A e B , contêm soluções aquosas concentradas em HCl e NH₃, respectivamente. Os frascos são mantidos aproximadamente a um metro de distância entre si, à mesma temperatura ambiente. Abertos os frascos, observa-se a formação de um aerossol branco entre os mesmos. Descreva o fenômeno e justifique por que o aerossol branco se forma em uma posição mais próxima a um dos frascos do que ao outro.