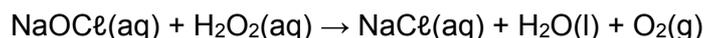


Programa Nacional Olimpíadas de Química

Olimpíada Brasileira de Química 2020 Fase III - Modalidade A

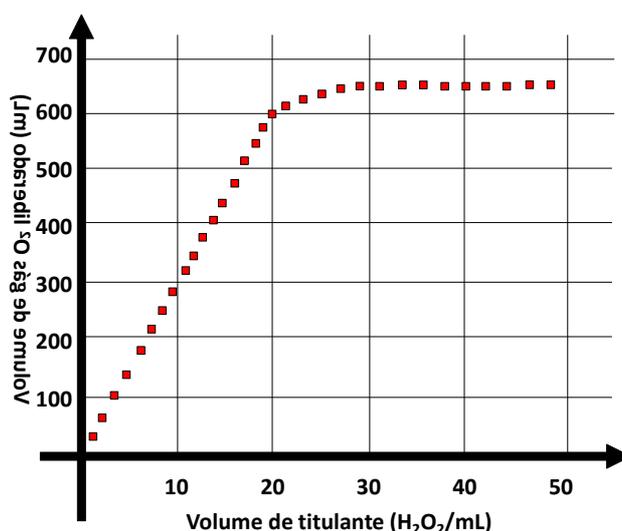
Exame aplicado em 13/12/2020 com duas (2) horas de duração

Questão 1 – Soluções de hipoclorito de sódio (NaOCl) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) são comumente comercializadas para fins de limpeza e desinfecção. Quando misturadas, no entanto, a reação representada abaixo se processa.



Essa reação pode ser utilizada também para fins de análises químicas. Então, se um procedimento de titulação for realizado e o gás oxigênio produzido for quantificado, as concentrações de ambas as soluções, titulante e titulado, podem ser determinadas por meio da lei dos gases ideais (usar CNTP e desprezar possíveis erros analíticos).

No gráfico abaixo, são apresentados dados de volume de O_2 liberado durante o processo de titulação de uma amostra de 80,0 mL de hipoclorito de sódio (titulante: H_2O_2).



Curva de titulação com medida do volume de gás gerado (adaptado de: *Química Nova na Escola*, N° 30, Novembro de 2008, p. 66-69)

Tomando como referência as informações apresentadas, **indique** a concentração (em quantidade de substância, mol L^{-1}) de H_2O_2 no titulante e NaOCl no titulado.

Dados: 1,00 atm; $R = 0,08206 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$; $T = 273,15 \text{ K}$.

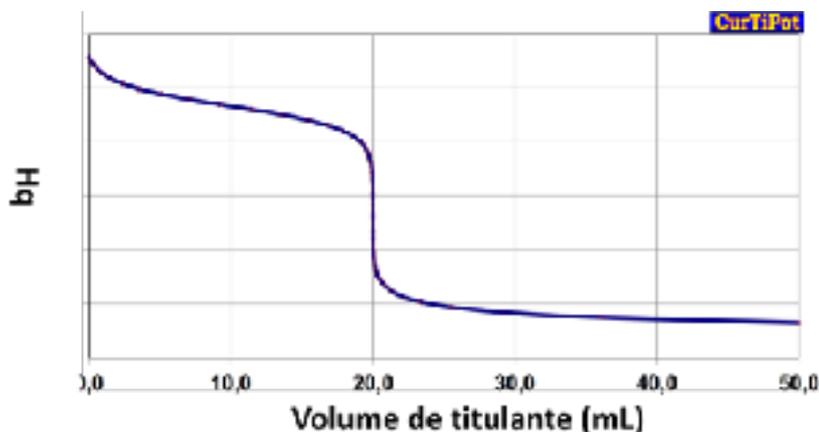
- a) Titulante = 1,3; Titulado = 0,36.
- b) Titulante = 1,3; Titulado = 1,1.
- c) Titulante = 3,1; Titulado = 1,1.
- d) Titulante = 3,1; Titulado = 2,6.
- e) Titulante = 0,50; Titulado = 0,36.

Questão 2 – O NH_4NO_3 (pK_b do $\text{NH}_3 = 4,8$), estocado irregularmente em Beirute e principal componente presente no acidente no início de 2020, é produzido em larga escala e utilizado como fertilizante em todo o mundo. Com relação ao NH_4NO_3 , é **correto** afirmar que uma solução contendo $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ dessa espécie apresenta pH próximo a:

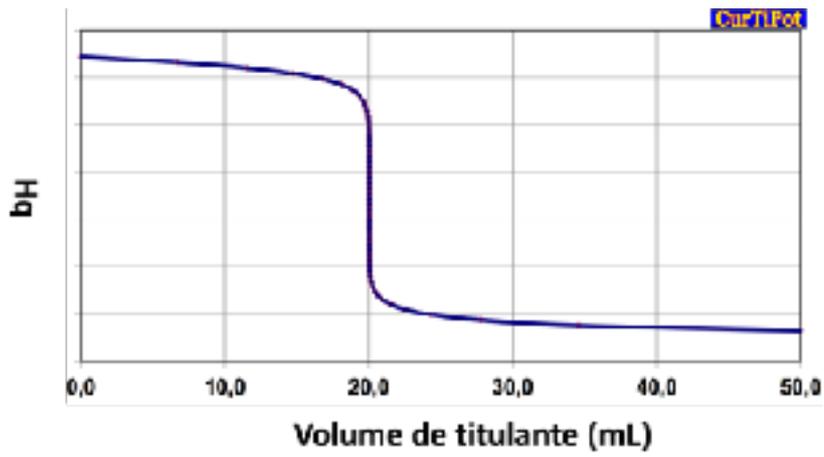
- a) 5.
- b) 9.
- c) 3.
- d) 10.
- e) 7.

Questão 3 – A amônia (NH_3 , $\text{pK}_b = 4,8$), utilizada para produzir fertilizantes, pode ser titulada quando em solução aquosa com o uso de um ácido forte como titulante. A variação de pH durante esse tipo de titulação pode ser prevista por meio de cálculos de pH em função do volume de titulante. Sabendo disso, **indique** entre os gráficos abaixo aquele que melhor representa a variação de pH de $40,0 \text{ mL}$ de uma solução de amônia $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ quando titulada com ácido clorídrico $0,200 \text{ mol L}^{-1}$.

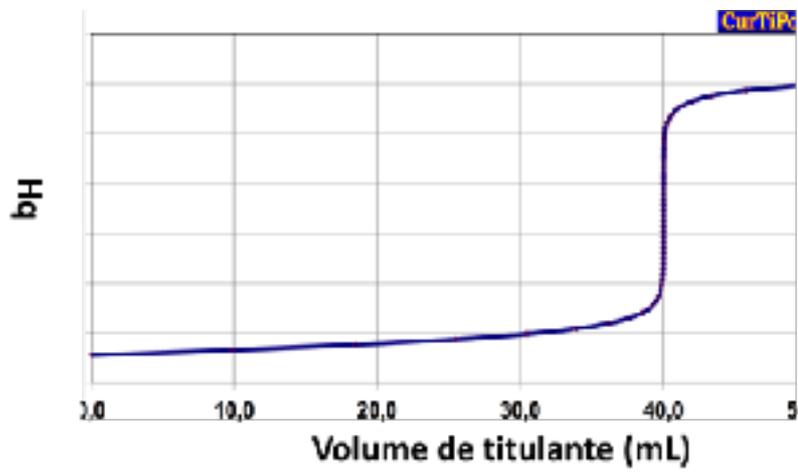
a)



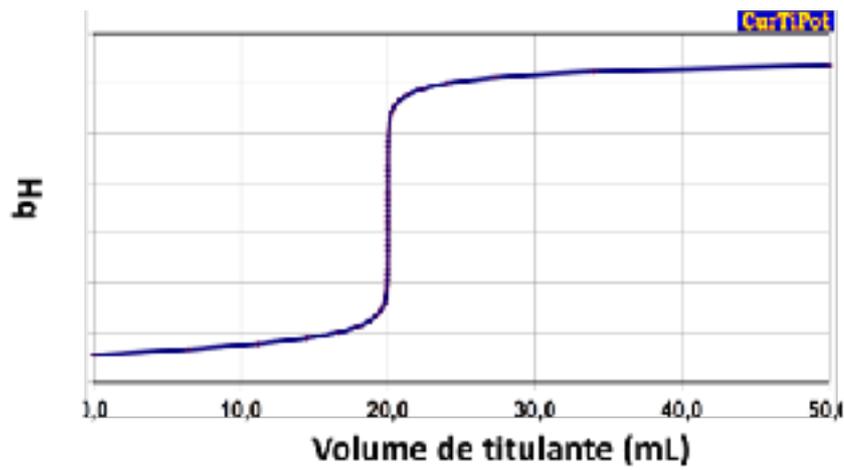
b)



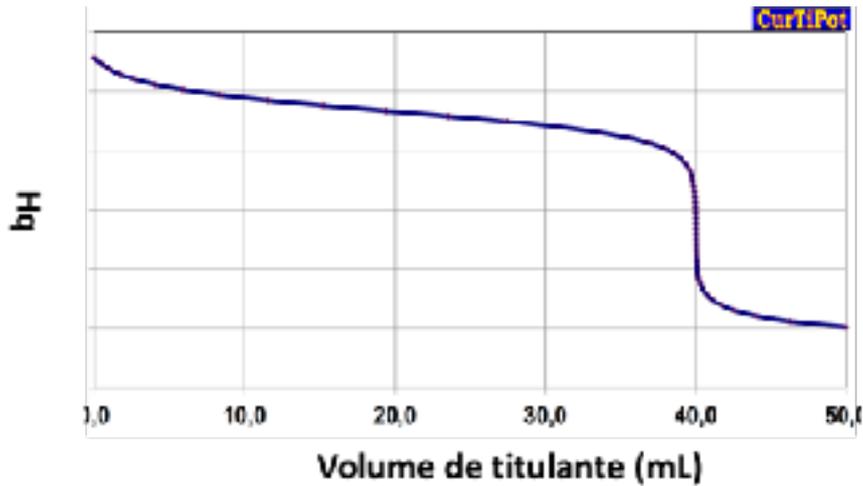
c)



d)



e)



Questão 4 – Considere os seguintes gases: nitrogênio, oxigênio, monóxido de nitrogênio, dióxido de nitrogênio e óxido nitroso. Supondo que esses gases se comportem como ideais e estejam nas mesmas condições, **marque** a alternativa que apresenta os gases em **ordem crescente** de densidade.

a) $N_2 < NO < O_2 < N_2O < NO_2$

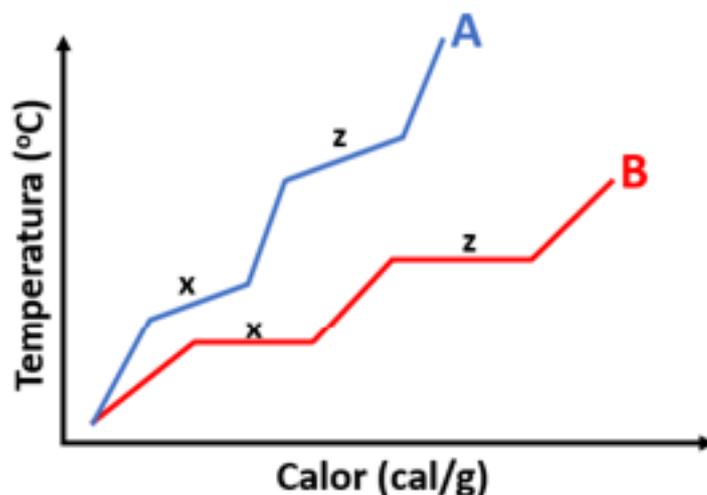
b) $NO_2 < NO < O_2 < N_2O < N_2$

c) $N_2 < O_2 < N_2O < NO_2 < NO$

d) $N_2 < NO < N_2O < NO_2 < O_2$

e) $N_2O < N_2 < NO < O_2 < NO_2$

Questão 5 – As curvas ‘A’ e ‘B’ representam a variação de temperatura de duas amostras, inicialmente sólidas, durante um processo de aquecimento.



Sobre as curvas apresentadas é **correto** afirmar que:

- a amostra ‘A’ consiste de uma mistura e ‘B’ de uma substância. O calor necessário para vaporizar toda a amostra ‘A’ é menor que para a vaporização de ‘B’.
- a amostra ‘A’ consiste de uma substância e ‘B’ de uma mistura. O calor necessário para vaporizar toda a amostra ‘A’ é menor que para a vaporização de ‘B’.
- a amostra ‘A’ consiste de uma mistura e ‘B’ de uma substância. O calor necessário para vaporizar toda a amostra ‘A’ é maior que para a vaporização de ‘B’.
- a amostra ‘A’ consiste de uma mistura azeotrópica e ‘B’ de uma substância. O calor necessário para vaporizar toda a amostra ‘A’ é menor que para a vaporização de ‘B’.
- a amostra ‘A’ consiste de uma mistura eutética e ‘B’ de uma substância. O calor necessário para vaporizar toda a amostra ‘A’ é maior que para a vaporização de ‘B’.

Questão 6 – O reagente ácido nítrico denominado como concentrado pode ser adquirido como uma solução aquosa com fração mássica percentual igual a 65,0% e densidade de 1,39 g mL⁻¹. Considerando essas informações, **indique** o volume (**em mililitros**) desse reagente necessário para o preparo de 1,00 L de uma solução aquosa 0,500 mol L⁻¹.

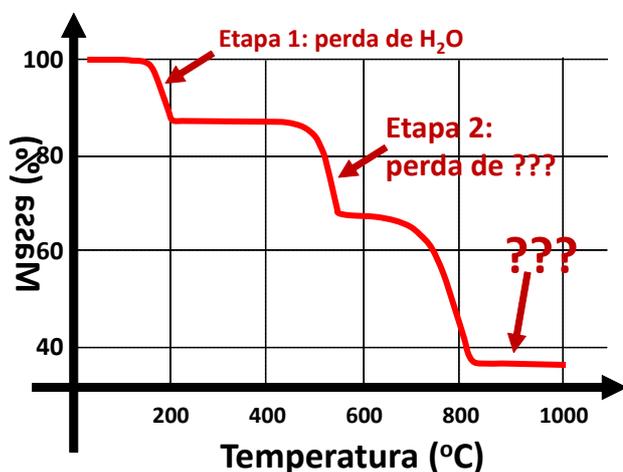
- a) 34,9 b) 55,7 c) 3,52 d) 0,544 e) 20,4

Questão 7 – Considerando-se uma membrana semipermeável, como a parede de uma célula animal, separando duas soluções aquosas de sulfato de potássio (soluções ‘A’ e ‘B’) com pressões osmóticas diferentes (considere pressão osmótica de ‘B’ maior que de ‘A’), é **correto** afirmar que:

- a) haverá maior transferência de água de ‘A’ para ‘B’.
- b) haverá maior transferência de água de ‘B’ para ‘A’.
- c) haverá maior passagem de íons hidratados de ‘A’ para ‘B’.
- d) haverá maior passagem de íons hidratados de ‘B’ para ‘A’.
- e) não haverá passagem de espécies químicas de um lado para o outro.

Questão 8 – O sal hidratado $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ao ser submetido a um processo de aquecimento controlado passa por três transformações. Nestas ocorre liberação de espécies na forma gasosa, até atingir a forma de um produto termicamente estável. No gráfico a seguir, é possível verificar a variação de massa do $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ durante o processo de aquecimento descrito.

Sabendo dessas informações, escolha a alternativa que identifique **o valor de ‘x’** na fórmula (número de hidratação do sal, sabe-se que toda água é perdida na etapa 1), **a espécie gasosa** formada na etapa 2 e **o produto final** da reação.



- a) $X = 1$; CO e CaO.
- b) $X = 2$; CO₂ e CaO.
- c) $X = 2$; CO e CaO.
- d) $X = 1$; CO e CaCO₃.
- e) $X = 3$; CO₂ e CaCO₃.

Questão 9 – Há dois processos que são bem consolidados para a produção de etanol destinado ao uso como combustível. Um deles é a produção a partir de sacarose; outro é a produção a partir de materiais lignocelulósicos, em geral do bagaço de cana-de-açúcar. O etanol proveniente de celulose é conhecido como etanol 2G ou de segunda geração. Sobre o etanol 2G, assinale a alternativa **incorreta**.

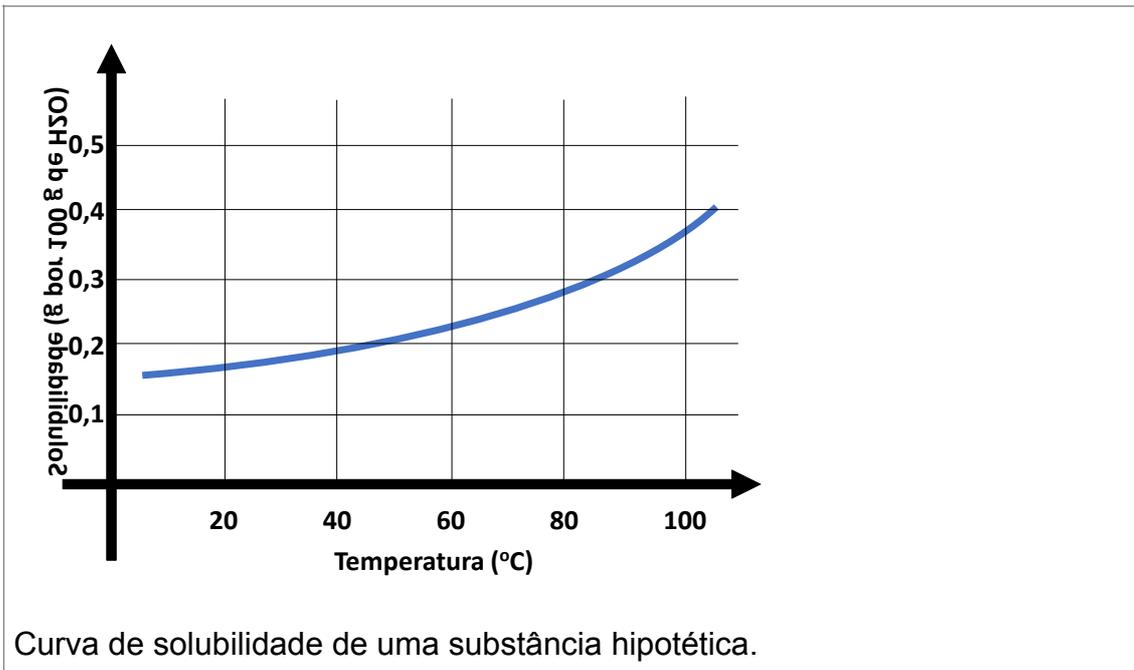
- a) A produção de etanol 2G permite o aumento da produção sem aumento de área plantada.
- b) Uma vantagem do etanol 2G sobre o etanol de primeira geração é que seu preço não compete com o preço de alimentos.
- c) O tratamento da matéria prima é o grande desafio das plantas de produção de etanol de segunda geração.
- d) A lignina, parte constituinte da matéria prima, é considerada um gargalo no desenvolvimento de processos produtivos.
- e) **A fermentação não faz parte do processo produtivo de etanol de segunda geração.**

Questão 10 – Bolhas de sabão sempre foram uma diversão garantida entre crianças. Uma forma de se produzir bolhas de sabão mais resistentes é acrescentar um pouco de glicose à mistura de detergente e água. Um dos motivos que justificam essa maior resistência, quimicamente falando, é:

- a) **a formação de ligações de hidrogênio entre a glicose e a água.**
- b) a formação de ligações iônicas entre as moléculas de sabão e a glicose.
- c) a formação de ligações moleculares entre os íons aquosos e a glicose.
- d) a formação de interações não polares entre o sabão e a glicose.
- e) a formação de dipolo induzido entre as moléculas de glicose presentes na solução.

Questão 11 – Considerando-se o diagrama de solubilidade apresentado na figura abaixo é **correto** afirmar que ao adicionar 2,5 g da substância em questão em 1,00 L de água será observado:

Obs.: Apenas para efeito de resolução da questão considere a densidade da água igual a 1,00 g mL⁻¹, independentemente da temperatura e quantidade adicionada de soluto.



- a) uma solução saturada com corpo de fundo à 25 °C ou uma solução de concentração mássica 2,5 g L⁻¹ à 90 °C.
- b) uma solução de concentração mássica 2,5 g L⁻¹ à 25 °C ou uma solução saturada e sem corpo de fundo à 90 °C.
- c) uma solução saturada sem corpo de fundo à 25 °C ou uma solução saturada sem corpo de fundo à 90 °C.
- d) uma solução de concentração mássica 2,5 g L⁻¹ à 25 °C ou uma solução saturada com corpo de fundo à 90 °C.
- e) uma solução saturada com corpo de fundo à 25 °C ou uma solução saturada e sem corpo de fundo à 90 °C.

Questão 12 – O íon Fe²⁺ e o cromo metálico apresentam o mesmo número de elétrons em suas respectivas estruturas. A respeito disso, é **correto** afirmar que:

- a) **ambos possuem configurações eletrônicas distintas e não possuem propriedades físico-químicas semelhantes.**
- b) ambos são isoeletrônicos e por isso possuem a mesma configuração eletrônica.
- c) ambos são isoeletrônicos e por isso possuem as mesmas propriedades físico-químicas.
- d) ambos são isopróticos e por isso possuem propriedades físico-químicas idênticas.
- e) ambos possuem configurações eletrônicas idênticas e não possuem propriedades físico-químicas semelhantes.

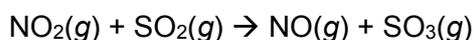
Questão 13 – Em 1812, os exércitos de Napoleão invadiram a Rússia e foram derrotados no rigoroso inverno que ocorreu. Uma das explicações dadas para a derrota é algo inusitado. O estanho metálico dos botões dos uniformes franceses pode apresentar duas estruturas diferentes: i) uma estrutura tetragonal de corpo centrado, denominada estanho branco (pouco resistente e que se esfarela facilmente, formado em baixas temperaturas); ii) uma estrutura cúbica semelhante à do diamante, caracterizando o estanho cinza (mais resistente e estável em temperatura ambiente, p. ex. 25 °C). Sobre essas estruturas, o fenômeno químico relacionado é denominado de:

- a) alotropia.
- b) isotopia.
- c) isotonia.
- d) hipotonia.
- e) dismorfia.

Questão 14 – Considere uma espécie molecular que apresenta a seguinte composição química elementar em fração mássica percentual: 46,6% de C; 4,4% de H; 31,1% de N e 17,7% de O. Deseja-se estudar a combustão completa de 1000 g do referido material, tendo-se como únicos produtos, dióxido de carbono, vapor d'água e dióxido de nitrogênio. **Assinale** a alternativa que apresenta o volume total (**em litros**) de gás gerado, para uma combustão controlada realizada a 1 atm e 227 °C.

- a) 3.423
- b) 2.400
- c) 1.990
- d) 1.228
- e) 4.500

Questão 15 – Para um recipiente foram transferidos, a 25 °C, os gases NO₂ e SO₂. A reação que ocorre entre esses gases é representada abaixo:



Decorrido algum tempo, a pressão parcial dos gases presentes no recipiente é: NO, 0,7 bar; NO₂, 10⁻⁶ bar; SO₂, 0,005 bar e SO₃, 0,05 bar. **Indique** a alternativa que apresenta a variação de energia de Gibbs da reação, Δ_rG (em kJ mol⁻¹).

Dados de valores padrão para 25 °C:

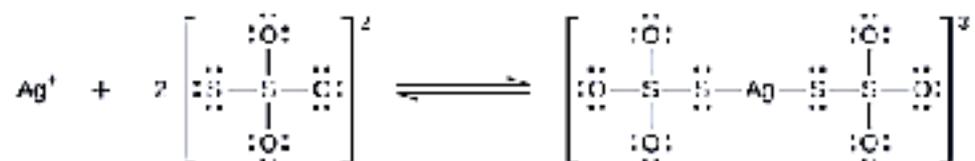
Gás	Δ _f H ^o /kJ mol ⁻¹	S ^o /J K ⁻¹ mol ⁻¹
NO	+ 90,25	+ 210,76
NO ₂	+ 33,18	+ 240,06
SO ₂	- 296,83	+ 248,22
SO ₃	- 395,72	+ 256,76

- a) + 3,42
- b) - 41,82
- c) - 35,63
- d) - 3,42
- e) + 4,18

Questão 16 – A molalidade (b) é uma grandeza física conveniente para uso em cálculos das propriedades coligativas, uma vez que é a razão entre a quantidade de substância de soluto (mol) e a massa do solvente. Considerando uma solução com fração em quantidade de substância (mol do soluto por mol da solução) de iodo (I_2) dissolvido em diclorometano (CH_2Cl_2) igual a 0,115, **indique** a alternativa que apresenta a molalidade ($mol\ kg^{-1}$) de iodo nessa solução.

- a) 1,53
- b) 1,18
- c) 1,81
- d) 1,35
- e) 1,47

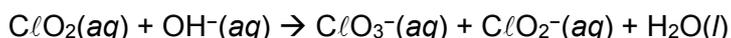
Questão 17 – Halogenetos de prata não expostos são removidos do filme fotográfico quando reagem com tiosulfato de sódio ($Na_2S_2O_3$) para formar o íon complexo $[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$ ($K_f = 4,7 \times 10^{13}$).



Indique a alternativa que contém a massa (**em gramas**) de $Na_2S_2O_3$ necessária para preparar 1,00 L de uma solução que irá dissolver 1,00 g de $AgBr$ ($K_{ps} = 5,0 \times 10^{-13}$) pela formação de $[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$.

- a) 1,7
- b) 1,0
- c) 2,5
- d) 2,0
- e) 0,7

Questão 18 – O dióxido de cloro (ClO_2) reage com íons hidróxido para produzir uma mistura de íons clorato e clorito, conforme representado pela equação **não balanceada** a seguir.



Os dados de velocidade inicial de reação apresentados na tabela abaixo foram determinados à temperatura constante.

Experimento	$[ClO_2]/\text{mol L}^{-1}$	$[OH^-]/\text{mol L}^{-1}$	$v/\text{mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$
1	0,0150	0,0250	$1,30 \times 10^{-3}$
2	0,0150	0,0500	$2,60 \times 10^{-3}$
3	0,0450	0,0250	$1,17 \times 10^{-2}$

Com base nesses dados, **indique** a alternativa que apresenta o valor da constante de velocidade, k (em $\text{L}^2 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$), da reação.

- a) 231
- b) 139
- c) 118
- d) 69
- e) 185

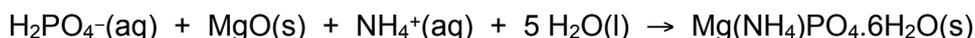
Questão 19 – O GNV, gás natural veicular, utilizado como combustível, tem em sua composição o gás metano (CH_4), o gás etano (C_2H_6) e frações menores de outros gases. Considere que o GNV seja composto por 88% de metano e 12% de etano (% em volume) e que ocorra a combustão completa desses gases formando apenas CO_2 e H_2O . **Indique** a alternativa que apresenta o volume (**em litros**) de ar necessário (CNTP) para queimar 200 L de GNV (admita que o teor de oxigênio no ar é igual a 21%).

- a) 2.076
- b) 2.373
- c) 1.534
- d) 2.467
- e) 1.722

Questão 20 – Um dos grandes problemas relacionados à poluição é a “morte” de rios, lagos e lagoas. Essa “morte” é causada pela presença de espécies orgânicas que, durante a decomposição, causam diminuição da concentração de oxigênio dissolvido. Uma das reações possíveis nesse meio é a degradação da ureia, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, pelo oxigênio, tendo como produtos ácido nítrico, gás carbônico e água. Considere apenas essa reação e que uma determinada amostra de água poluída contenha 0,0200 g de ureia, qual é a massa de O_2 (**em miligramas**) necessária para degradar a ureia presente na amostra?

- a) 42,6
- b) 21,3
- c) 50,0
- d) 67,6
- e) 98,5

Questão 21 – Alguns íons derivados do fosfato, como o H_2PO_4^- , se originam, em centros urbanos, do uso de sabões em pó e de refrigerantes, por exemplo. Sua presença no esgoto urbano é extremamente prejudicial a rios e lagoas e por isso, as estações de tratamento de esgoto (**ETE**) possuem um processo para “remover fósforo” de acordo com a equação iônica abaixo:



Supondo que uma **ETE** de uma cidade processe 100.000 m^3 de esgoto por dia (atuando com uma eficiência de 85% para a remoção desse íon) e que o mesmo tenha 50 mg L^{-1} do íon H_2PO_4^- , **indique** a massa (**em toneladas**) mensal aproximada (30 dias) do sal obtido nesse processo.

- a) 322
- b) 24
- c) 138
- d) 11
- e) 76

Questão 22 – Os fogos de artifícios são de uma beleza ímpar e são o ponto alto de muitas festas, como, por exemplo, na passagem de ano na praia de Copacabana, no Rio de Janeiro. As cores e desenhos são obtidos a partir de espécies químicas, tais como cloreto de cálcio (espécie A), hexacloretano (espécie B), benzoato de sódio (espécie C) e a liga de ferro-titânio (espécie D). Um quadro de efeitos e natureza das ligações químicas foi elaborado para essas substâncias.

Efeito Pretendido	Natureza das ligações Químicas	Substância Química
Fumaça	Ligações Covalentes	1
Chiado ou Assovio	Ligações Covalentes e Iônicas	2
Estrelas Alaranjadas	Ligações Iônicas	3
Centelhas Amareladas	Ligações Metálicas	4

A associação correta entre as substâncias **1, 2, 3 e 4** e as espécies citadas no texto é:

a)	A = 3	B = 1	C = 2	D = 4
b)	A = 2	B = 4	C = 1	D = 3
c)	A = 1	B = 3	C = 2	D = 4
d)	A = 4	B = 1	C = 3	D = 2
e)	A = 3	B = 2	C = 1	D = 4

Questão 23 – A química é uma das ciências que estuda a matéria. Os sistemas materiais podem ser divididos em substâncias (simples ou compostas) ou sistemas (homogêneos e heterogêneos). As soluções fazem parte dos sistemas materiais e algumas são bastante conhecidas pela sua ação esterilizante e descongestionante, especialmente em sistemas biológicos. A chamada “solução salina”, por exemplo, é utilizada para fins farmacológicos e é preparada apenas com água destilada e cloreto de sódio – em proporções adequadas. Mediante essas informações, é **correto** classificar o cloreto de sódio, a água destilada e a solução salina, respectivamente, como sendo:

- a) uma substância simples, uma substância simples e um sistema homogêneo.
- b) uma substância simples, uma substância composta e um sistema heterogêneo.
- c) **uma substância composta, uma substância composta e um sistema homogêneo.**
- d) uma substância composta, um sistema homogêneo e um sistema homogêneo.
- e) um sistema homogêneo, uma substância composta e um sistema homogêneo.

Questão 24 – O consumo de alimentos muito gordurosos pode causar diversos problemas de saúde a curto, médio e longo prazos. Muitas pessoas não sabem, mas uma fonte natural rica em gordura é o leite de vaca. Segundo o IBGE, somente no terceiro trimestre de 2018 foram adquiridos aproximadamente 6,2 milhões de litros de leite no Brasil. Na tentativa de tornar o produto mais saudável para o consumo, a indústria química adotou, ao longo dos anos, um processo que submete o leite natural a uma elevada força axípeta para, assim, separá-lo da sua maior proporção de gordura. Este processo também conhecido como desnatação artificial é baseado no método de separação de mistura denominado:

- a) decantação.
- b) destilação fracionada.
- c) **centrifugação.**
- d) liquefação por rotação.
- e) separação magnética.

Questão 25 – Uma das primeiras propostas válidas da tabela periódica foi concebida pelos estudos do químico russo Dimitri Ivanovich Mendeleev, no século XIX. Os símbolos dos elementos foram organizados em colunas e períodos de acordo com suas propriedades atômicas. Ao longo dos anos, ela foi sendo atualizada e aprimorada, mas grande parte da sua estrutura e nomenclaturas ainda permanece inalterada. Diante disso, os elementos mais eletronegativos e os que possuem o maior raio atômico (de seus respectivos períodos) da tabela periódica foram agrupados em duas colunas atualmente denominadas, respectivamente, como:

- a) período do flúor e metais alcalinos.
- b) gases nobres e metais alcalinos.
- c) grupo 17 e metais alcalinos.
- d) halogênios e metais alcalinos-terrosos.
- e) halogênios e família do hidrogênio.

Questão 26 – A tabela periódica pode ser usada para prever propriedades como raio covalente, afinidade eletrônica, energia de ionização dentre outras. A variação da carga nuclear efetiva exerce um papel importante na compreensão de como tais propriedades se comportam ao longo dos períodos e dos grupos da tabela. Considerando as informações apresentadas, **indique** a alternativa **correta**.

- a) Em um período, quanto maior o número atômico, menor é a atração do núcleo sobre a eletrosfera do átomo.
- b) Quanto mais elétrons forem retirados da eletrosfera do átomo, menor é a atração do núcleo sobre os elétrons do nível de valência.
- c) O aumento da carga nuclear efetiva resulta em um aumento do raio atômico.
- d) Geralmente, a diminuição da carga nuclear efetiva resulta em uma menor energia de ionização para um átomo.
- e) Quanto maior a carga nuclear efetiva de um átomo, menor a sua afinidade eletrônica.

Questão 27 – Os *freons*, espécies constituídas por cloro-flúor-carbono (CFC), por décadas foram usados como gases refrigerantes. Entre as espécies usadas temos o tricloromonofluormetano (*freon-11*) que tem temperatura de ebulição próxima à ambiente. Os CFC são os responsáveis pela destruição da camada de ozônio devido à formação de halogênios radiculares em razão da radiação UV na ozonoesfera (localizada aproximadamente a 15 Km da crosta terrestre). Considerando as informações apresentadas, **indique** a alternativa **correta**.

- a) A radiação UV não apresenta risco a saúde.
- b) O tricloromonofluormetano tem fórmula $C_2FC\ell_3$.
- c) O halogênio radicalar formado é o flúor (menor energia de ligação C-F).
- d) O ozônio é uma molécula de geometria angular.
- e) O *freon-11* tem geometria pirâmide trigonal.

Questão 28 – As propriedades físicas e químicas das substâncias são um resultado direto das possíveis interações que ocorrem entre os átomos, íons ou moléculas que as constituem. Além disso, as propriedades das misturas dependem das interações entre as partículas que as constituem. Considerando essa informação, avalie cada uma das afirmações a seguir como verdadeira ou falsa.

- I. O sulfeto de hidrogênio (H_2S) é uma substância iônica, que em água libera íons H^+ .
- II. O cloreto de hidrogênio (HCl) é um composto molecular não condutor de eletricidade, mas dissolve-se em água para formar uma solução condutora.
- III. O CBr_4 tem momento de dipolo mais elevado do que o $CHBr_3$.
- IV. Tanto o acetato de sódio quanto o ácido acético são solúveis em água.
- V. Quando um sólido molecular é aquecido e funde para formar um líquido, todas as interações intermoleculares do sólido devem ser rompidas.
- VI. A solubilidade de um composto iônico independe da temperatura na qual se prepara a solução.
- VII. O acetato de sódio é um exemplo de composto molecular.

O número de afirmações **falsas** é:

- a) 1. b) 2 c) 3 d) 4 e) 5

Questão 29 – Ao longo da história os cientistas buscaram entender uma das menores partículas que constituem a matéria: o átomo. Considerando a evolução histórica dos modelos para o átomo, julgue cada uma das afirmações a seguir como verdadeira ou falsa.

- I. A lei das proporções múltiplas pode ser justificada por meio do modelo de Dalton para o átomo.
- II. No modelo de Rutherford os elétrons estão orientados segundo órbitas circulares ao redor do núcleo.
- III. A condução de corrente elétrica por uma solução aquosa de cloreto de hidrogênio pode ser explicada usando-se o modelo de Thomson.
- IV. No modelo de Bohr os elétrons possuem energia quantizada, assim eles só podem ocupar determinadas posições no átomo.
- V. No modelo atual para o átomo os elétrons ocupam orbitais atômicos, cuja energia depende do número atômico.

O número de afirmações **corretas** é:

- a) uma. b) duas c) três d) quatro e) cinco

Questão 30 – Com o intuito de identificar amostras inorgânicas desconhecidas, um professor executou uma marcha analítica com os seus alunos, na qual havia dois recipientes desconhecidos, (I) e (II). Encontram-se abaixo as etapas da marcha de forma sequencial.

- 1) Com uma espátula, os alunos retiraram uma amostra sólida de (I) e a dissolveram em água destilada, resultando numa solução colorida I.
- 2) Os alunos pipetaram uma alíquota de uma solução padrão de AgNO_3 e adicionaram à solução colorida I formando um precipitado branco.
- 3) Com uma outra espátula, os alunos retiraram uma amostra sólida de (II) e a dissolveram em água destilada formando uma solução colorida II.
- 4) Com uma outra pipeta, os alunos adicionaram uma alíquota de uma solução padrão de $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ à solução colorida II, formando um precipitado branco.
- 5) Ao adicionar ácido clorídrico diluído em excesso ao precipitado branco da quarta etapa o sólido branco se dissolveu por completo.

Com base nas cinco etapas apresentadas, conclui-se que os rótulos (I) e (II) devem se referir ao par de substâncias:

- a) CuCl_2 e CuCO_3 .
- b) CuBr_2 e ZnSO_4 .
- c) NiCl_2 e CuSO_4 .
- d) Ag_2O e MgCO_3 .
- e) BaCl_2 e $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

Questão 31 – Água-régia ou *Aqua Regis* é uma solução altamente corrosiva. A solução é formada por uma mistura recém preparada de ácido nítrico e ácido clorídrico concentrados, geralmente numa proporção de 1:3, respectivamente. A água-régia pode dissolver os metais “reais”, ou metais nobres como, ouro e platina e é utilizada em certos procedimentos analíticos. Em um experimento em laboratório, uma amostra de 1,00 g composta apenas por uma mistura de Fe_3O_4 e Fe_2O_3 foi tratada com água-régia em excesso, de forma que produziu 0,3284 g FeCl_2 .

Assinale a alternativa que apresenta a composição percentual, em massa, da mistura de óxidos. Considere que não há mudança no estado de oxidação dos átomos de ferro.

- a) 30% Fe_3O_4 e 70% Fe_2O_3
- b) 40% Fe_3O_4 e 60% Fe_2O_3
- c) 50% Fe_3O_4 e 50% Fe_2O_3
- d) 60% Fe_3O_4 e 40% Fe_2O_3
- e) 70% Fe_3O_4 e 30% Fe_2O_3

Questão 32 – Após uma aula sobre poluição atmosférica, um estudante decidiu elaborar um experimento para mensurar a concentração de SO_2 no ar da sua cidade. Ele montou um sistema com 0,500 L de uma solução de NaOH 0,050 mol L^{-1} para capturar o SO_2 , que entraria no sistema por meio de um fluxo constante de ar de 100 L min^{-1} . Após 48 horas do início do experimento, ele titulou a solução de NaOH com uma solução de HCl 0,10 mol L^{-1} e anotou o volume utilizado. É **correto** afirmar que esse método para aferir a concentração de SO_2 no ar é:

- a) inadequado. Porque conhecendo-se que a concentração média de dióxido de enxofre na atmosfera varia entre 20 e 60 $\mu\text{g m}^{-3}$, nessas condições, o sistema em questão ficaria saturado e, portanto, o resultado obtido seria inferior à realidade.
- b) adequado. Porque o SO_2 se dissolverá completamente na solução aquosa de hidróxido de sódio e, posteriormente, reagirá com a solução de HCl, cujo volume consumido, por meio de cálculos estequiométricos, fornecerá a concentração de SO_2 no ar.
- c) inadequado. Porque a especificidade da solução de hidróxido de sódio é muito baixa, ou seja, ela não reagirá apenas com o SO_2 mas, também, com outros gases de concentrações tão grandes quanto ou até maiores, como o CO_2 .
- d) adequado. Porque o SO_2 consumirá parte do NaOH da solução. O restante do NaOH será titulado com a solução de HCl de concentração conhecida e o seu volume consumido fornecerá, por meio de cálculos estequiométricos, a concentração de SO_2 no ar.
- e) inadequado. Porque não ocorre nenhum tipo de reação química entre o dióxido de enxofre e o NaOH.

Questão 33 – O íon NSO^- (átomo central em negrito) tem algumas estruturas de ressonância, não equivalentes, possíveis. Em relação à estrutura de ressonância **mais estável**, julgue se as afirmações a seguir são verdadeiras ou falsas. **Dica:** a carga formal (CF) dos átomos auxilia na determinação da estabilidade de uma estrutura de Lewis, e para fazer o cálculo a fórmula é $\text{CF} = \text{Ev} - (\frac{1}{2} \text{e-PC} + \text{e-PI})$, em que Ev = elétrons de valência, e-PC = elétrons dos pares compartilhados e e-PI = elétrons dos pares isolados.

- I. O átomo de oxigênio possui 2 pares de elétrons isolados.
- II. A carga formal do átomo de enxofre é zero.
- III. A molécula tem geometria angular.
- IV. A hibridação do átomo de enxofre é sp^2 .
- V. A carga formal do átomo de nitrogênio é negativa.

O número de afirmações **falsas** é:

- a) uma.
- b) duas.**
- c) três.
- d) quatro.
- e) cinco.

Questão 34 – A enzima nitrogenase está presente em bactérias que ocorrem no solo, principalmente em raízes de leguminosas como feijão, soja e ervilha. Essa enzima catalisa a fixação biológica do nitrogênio atmosférico (N_2) por meio de sua redução até moléculas de amônia (NH_3). Sabendo que enzimas são catalisadores biológicos, **indique** qual das alternativas abaixo caracteriza a ação de um catalisador ideal:

- a) catalisadores participam de uma reação química e são consumidos durante a reação.
- b) catalisadores atuam em reações químicas promovendo caminhos alternativos, o que resulta na diminuição da energia de ativação da reação. Adicionalmente, ao final da reação eles não são consumidos.**
- c) catalisadores atuam em reações químicas promovendo caminhos alternativos por meio do aumento da energia de ativação da reação, sendo regenerados ao final da reação.
- d) catalisadores atuam em reações químicas promovendo caminhos alternativos por meio da diminuição da energia de ativação da reação, sendo consumidos ao final da reação.
- e) catalisadores atuam em reações químicas promovendo caminhos alternativos por meio do aumento da energia de ativação da reação, sendo consumidos ao final da reação.

Questão 35 – A Resolução n° 430 de 13 de maio de 2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes em rios e outros corpos receptores. Segundo essa resolução, o pH dos efluentes industriais deve estar entre 5 e 9. No quadro a seguir, encontram-se as concentrações de OH⁻ ou de H⁺, no efluente tratado de algumas indústrias.

Indústria	Concentração no efluente (mol L ⁻¹)
I	[OH ⁻] = 10 ⁻⁸
II	[H ⁺] = 10 ⁻³
III	[OH ⁻] = 10 ⁻³
IV	[OH ⁻] = 10 ⁻⁵
V	[H ⁺] = 10 ⁻⁵

Considerando apenas a restrição quanto ao pH do efluente e os dados indicados no quadro é **correto** afirmar que:

- a) o tratamento realizado no efluente da indústria II está adequado ao cumprimento da legislação.
- b) os efluentes das indústrias IV e V provocam o mesmo impacto no ponto de mistura com o corpo receptor.
- c) os efluentes das indústrias I, IV e V receberam tratamento adequado ao cumprimento da legislação.
- d) os efluentes das indústrias II e III podem ser lançados no corpo receptor.
- e) apenas três efluentes não podem ser lançados no corpo receptor.

Questão 36 – A definição do Antropoceno como uma nova era no contexto da Geologia envolve critérios geocronológicos e cronoestratigráficos. O desenvolvimento da energia nuclear não é, por si só, um indicador suficiente do ponto de vista geocronológico, mas o registro sedimentar do *fallout* atmosférico coincide com outros eventos, fornecendo assim um excelente indicador cronoestratigráfico. Em ambientes terrestres, o plutônio se associa com frações geoquímicas específicas como óxidos de ferro e manganês e ácidos húmicos e, portanto, tende a ser relativamente imóvel em sedimentos (inclusive gelo). A meia-vida do isótopo ²³⁹Pu é 24.110 anos. Considerando o atual desenvolvimento dos métodos espectrográficos, seria possível utilizar o plutônio como indicador cronoestratigráfico até que sua atividade caia a 1/16 da atividade inicial. (fonte do texto: Quím. Nova vol.43 no.4 - 2020)

Com base nessas informações, por quantos milênios, aproximadamente, o isótopo ²³⁹Pu seria útil como indicador cronoestratigráfico?

- a) 194
- b) 96,4
- c) 72,3
- d) 9,64
- e) 7,23

Questão 37 – Em um reator nuclear do tipo PWR (de água pressurizada), como por exemplo os da Usina Nuclear de Angra dos Reis, o isótopo que produz fissão é o ^{235}U . Entretanto, esse isótopo constitui apenas cerca de 3% da massa de urânio presente no núcleo do reator. Os outros cerca de 97% são de ^{238}U . Nas condições de funcionamento do reator, o ^{238}U não produz fissão nuclear, mas pode apresentar outro processo, a captura de um nêutron. O novo isótopo de urânio assim produzido é instável, tem meia-vida de 24 minutos e emite uma partícula β^- . Seu produto de decaimento, por sua vez, também é um emissor β^- , com meia-vida de 2,4 dias. O produto final desta sequência de decaimentos é um isótopo físsil, que pode ser usado em outro tipo de reator nuclear para gerar energia a partir da fissão, caso o combustível nuclear usado no reator PWR seja reprocessado adequadamente. A respeito do processo descrito, é **correto** afirmar que:

- a) o produto da primeira emissão β^- é ^{235}Th .
- b) o produto final da sequência de emissões β^- é ^{239}Th .
- c) o produto final da sequência de emissões β^- é ^{239}Pu .
- d) o produto da primeira emissão β^- é um actínídeo e o produto da segunda emissão β^- é um alcalino-terroso.
- e) a constante de velocidade da primeira emissão β^- é menor que a constante de velocidade da segunda emissão β^- .

Questão 38 – Considerando os sais cloreto de sódio, sulfato de bário ($K_{ps} = 1,1 \times 10^{-10}$), brometo de prata ($K_{ps} = 5 \times 10^{-13}$) e cloreto de prata ($K_{ps} = 1,6 \times 10^{-10}$), **indique** a alternativa em que esses são apresentados em ordem crescente de solubilidade (em g L^{-1}).

- a) $\text{AgBr} < \text{AgCl} < \text{BaSO}_4 < \text{NaCl}$
- b) $\text{AgCl} < \text{AgBr} < \text{BaSO}_4 < \text{NaCl}$
- c) $\text{AgCl} < \text{BaSO}_4 < \text{AgCl} < \text{AgBr}$
- d) $\text{NaCl} < \text{AgCl} < \text{BaSO}_4 < \text{AgBr}$
- e) $\text{BaSO}_4 < \text{AgCl} < \text{AgBr} < \text{NaCl}$

Questão 39 – Considerando as seguintes soluções aquosas: i) cloreto de sódio $0,2 \text{ mol L}^{-1}$; ii) cloreto de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$; iii) glicose $0,1 \text{ mol L}^{-1}$; iv) sulfato de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, **indique** a alternativa em que as soluções são apresentadas em **ordem crescente** de temperatura de ebulição.

- a) $\text{iii} < \text{ii} < \text{iv} < \text{i}$
- b) $\text{iii} < \text{ii} < \text{i} < \text{iv}$
- c) $\text{i} < \text{ii} < \text{iii} < \text{iv}$
- d) $\text{iv} < \text{iii} < \text{ii} < \text{i}$
- e) $\text{i} < \text{iii} < \text{ii} < \text{iv}$

Questão 40 – Soluções tampão possuem extenso uso em laboratórios de química. Em muitas aplicações, é comum recorrer-se a sais derivados do ácido fosfórico ($pK_{a1} = 2,1$; $pK_{a2} = 7,2$; $pK_{a3} = 12,4$) para o preparo destas. Com base nessas informações, **indique** qual das misturas abaixo resultaria em uma solução tampão com pH próximo a 7 (considere mesmo volume para ambas as soluções misturadas).

- a) 0,100 mol L⁻¹ de H₃PO₄ + 0,150 mol L⁻¹ de NaOH
- b) 0,100 mol L⁻¹ de HPO₄²⁻ + 0,100 mol L⁻¹ de PO₄³⁻
- c) 0,100 mol L⁻¹ de H₃PO₄ + 0,200 mol L⁻¹ de NaOH
- d) 0,100 mol L⁻¹ de PO₄³⁻ + 0,100 mol L⁻¹ de NaOH
- e) 0,100 mol L⁻¹ de HPO₄²⁻ + 0,100 mol L⁻¹ de NaOH