

PROVÃO PAULISTA 2023 – Segunda série – Segunda aplicação

40. Segundo o modelo cosmológico padrão, o Universo surgiu há 13,7 bilhões de anos e, atualmente, acredita-se que ele continua em expansão acelerada. Para estar de acordo com as mais recentes observações experimentais, a melhor explicação para a formação inicial do nosso universo é fornecida

- (A) pela teoria do *Big Bang*.
- (B) pelo modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio.
- (C) pela evolução estelar.
- (D) pela fissão nuclear.
- (E) pela fusão nuclear.

Resolução: alternativa A.

A melhor explicação para a formação inicial do nosso universo é fornecida pela teoria do *Big Bang* ou grande expansão. Na qual o Universo condensado sofreu uma explosão descomunal e passou a sofrer resfriamento num processo de expansão.

41. Quando se prepara um café coado, água quente é jogada sobre o pó de café, com o escoamento de um líquido através de uma membrana permeável. Nesse processo, duas operações de separação são realizadas em sequência, que são, respectivamente,

- (A) filtração e sedimentação.
- (B) extração e filtração.
- (C) extração e sedimentação.
- (D) filtração e decantação.
- (E) extração e decantação.

Resolução: alternativa B.

Quando a água quente é jogada sobre o pó de café, ocorre a extração das substâncias que interagem com a água quente.

O escoamento de um líquido através de uma membrana permeável (papel de filtro) é conhecido como filtração ou filtração simples.

42. Um sal é formado por três elementos químicos, sendo que o cátion é composto por dois elementos químicos não metálicos e o ânion é formado por dois elementos químicos consecutivos do mesmo período na classificação periódica.

A fórmula desse sal é

- (A) NaHSO_4 .
- (B) NH_4NO_3 .
- (C) NaHCO_3 .
- (D) NH_4Cl .
- (E) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Resolução: alternativa B.

(A) Incorreto. O cátion do NaHSO_4 é metálico (Na^+), pois o sódio pertence ao grupo dos metais alcalinos ou grupo 1 (família IA). Além disso, o NaHSO_4 é formado por quatro tipos de elementos químicos.



Na : Grupo 1 $\Rightarrow \text{Na}^+$ (cátion metálico)

(B) Correto. O cátion do NH_4NO_3 (NH_4^+) é composto por dois elementos químicos (N e H) não metálicos e o ânion é formado por dois elementos químicos consecutivos (N e O). Além disso, o NH_4NO_3 é formado por três tipos de elementos químicos.



$\text{NH}_4^+ \Rightarrow \text{N e H são ametais}$

$\text{NO}_3^- \Rightarrow \text{N (Grupo 15); O (Grupo 16)} \Rightarrow \text{consecutivos}$

(C) Incorreto. O NaHCO_3 apresenta quatro elementos químicos e cátion metálico.



Na : Grupo 1

$\text{Na}^+ \Rightarrow \text{Cátion metálico}$

(D) Incorreto. O ânion do NH_4Cl é formado apenas por um tipo de elemento químico (Cl^- , cloro).



$\text{NH}_4^+ \Rightarrow \text{N e H são ametais}$

Cl^- (Cl; 1 elemento químico)

(E) Incorreto. O $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ apresenta quatro tipos elementos químicos.



$\text{NH}_4^+ \Rightarrow \text{N e H são ametais}$

$\text{SO}_4^{2-} \Rightarrow \text{S (Grupo 16); O (Grupo 16) (mesmo grupo ou família)}$

43. Tabletes Campden são comprimidos contendo, cada um, 550 mg de metabissulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, $M = 190 \text{ g/mol}$), um composto utilizado na produção de vinhos caseiros. Cada 1,0 g dessa substância produz 0,56 g de dióxido de enxofre (SO_2 , $M = 64 \text{ g/mol}$), um composto sulfitante que elimina bactérias e leveduras selvagens do sistema, prevenindo a contaminação do vinho. Sabendo que, na produção de 50 litros de vinho, foram utilizados 25 tabletes Campden, a concentração de SO_2 no vinho, em mol/L, será igual a

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

Resolução: alternativa C.

De acordo com o texto do enunciado, cada 1,0 g de metabissulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$), produz 0,56 g de dióxido de enxofre (SO_2). Então:

$$m_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 (25 \text{ tabletes})} = 25 \times 550 \text{ mg} = 25 \times 550 \times 10^{-3} \text{ g} \Rightarrow m_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 (25 \text{ tabletes})} = 13,75 \text{ g}$$

$$1,0 \text{ g } (\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5) \text{ ————— } 0,56 \text{ g } (\text{SO}_2)$$

$$13,75 \text{ g } (\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5) \text{ ————— } m_{\text{SO}_2}$$

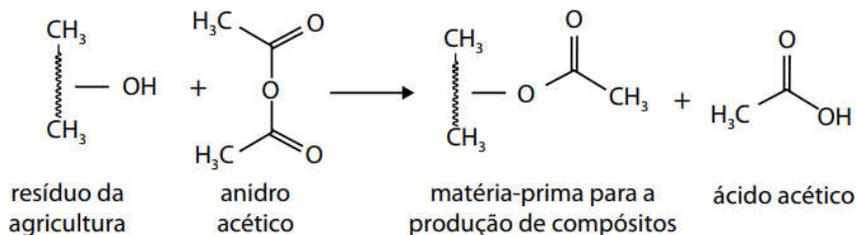
$$m_{\text{SO}_2} = \frac{13,75 \text{ g} \times 0,56 \text{ g}}{1,0 \text{ g}} = 7,7 \text{ g}$$

$$V = 50 \text{ L}; M_{\text{SO}_2} = 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$[\text{SO}_2] = \frac{n_{\text{SO}_2}}{V} = \frac{m_{\text{SO}_2}}{M_{\text{SO}_2} \times V} \Rightarrow [\text{SO}_2] = \frac{m_{\text{SO}_2}}{M_{\text{SO}_2} \times V}$$

$$[\text{SO}_2] = \frac{7,7 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 50 \text{ L}} = 0,0024062 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \Rightarrow [\text{SO}_2] = 2,4 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

44. Compósitos (misturas de materiais com qualidades superiores aos materiais originais) feitos com resíduos da agricultura e materiais termoplásticos (derivados de petróleo) são utilizados na confecção de materiais como carpetes, vasos, cordas, telhas e colchões. Como os resíduos da agricultura e os materiais termoplásticos apresentam características diferentes quanto à polaridade de suas moléculas, os resíduos da agricultura são tratados com anidrido acético para produzirem uma matéria-prima mais adequada para interagir com os materiais termoplásticos. A reação genérica entre resíduos da agricultura e anidrido acético está representada na equação a seguir:



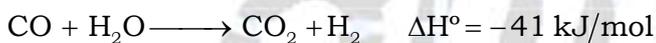
A reação dos resíduos da agricultura com anidrido acético é necessária porque esses resíduos são compostos por moléculas

- (A) hidrofóbicas (que repelem água) e precisam se tornar hidrofílicas (que atraem água) para interagirem melhor com os termoplásticos polares.
- (B) hidrofóbicas (que repelem água) e precisam se tornar hidrofílicas (que atraem água) para interagirem melhor com os termoplásticos apolares.
- (C) hidrofílicas (que atraem água) e precisam se tornar hidrofóbicas (que repelem água) para interagirem melhor com os termoplásticos polares.
- (D) hidrofílicas (que atraem água) e precisam se tornar hidrofóbicos para interagirem melhor com os termoplásticos anfílicos (com polaridade intermediária).
- (E) hidrofílicas (que atraem água) e precisam se tornar hidrofóbicas (que repelem água) para interagirem melhor com os termoplásticos apolares.

Resolução: alternativa E.

De acordo com a figura do enunciado, os resíduos da agricultura apresentam grupos OH. Logo, fazem ligações de hidrogênio com a água, ou seja, atraem a água (são hidrofílicos). Conseqüentemente, precisam se tornar menos hidrofílicos ou mais hidrofóbicos (repelirem a água) para interagirem melhor com os termoplásticos, que por serem derivados do petróleo são predominantemente apolares.

45. A reforma a vapor é uma solução interessante para a redução de gases de efeito estufa, pois converte metano em hidrogênio, um combustível menos poluente. As reações que levam à reação global $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO} + 4\text{H}_2$, para a conversão do metano (CH_4) em hidrogênio (H_2) estão representadas a seguir:



Considerando que a combustão do hidrogênio gera 286 kJ por mol, o saldo energético entre a reforma de 320 g de metano e a combustão do hidrogênio gerado nessa reforma é igual a

- (A) 22880 kJ. (B) 3300 kJ. (C) 13860 kJ. (D) 19580 kJ. (E) 26810 kJ.

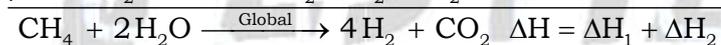
Resolução: alternativa D.

Cálculo do número de mols para o metano (CH_4):

$$\text{CH}_4 = 1 \times 12 + 4 \times 1 = 16; \quad M_{\text{CH}_4} = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

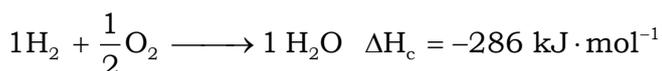
$$m_{\text{CH}_4} = 320 \text{ g} \Rightarrow n_{\text{CH}_4} = \frac{m_{\text{CH}_4}}{M_{\text{CH}_4}} = \frac{320 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \Rightarrow n_{\text{CH}_4} = 20 \text{ mol}$$

Cálculo da variação de entalpia (ΔH) da reação global da reforma a vapor:

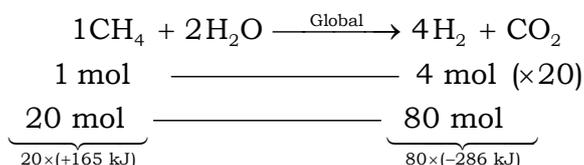


$$\Delta H = +206 \text{ kJ} + (-41 \text{ kJ}) \Rightarrow \Delta H = +165 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Combustão do hidrogênio:



A partir da equação global da reforma a vapor, vem:



$$\text{Saldo} = |20 \times (+165 \text{ kJ}) + 80 \times (-286 \text{ kJ})| = |3300 \text{ kJ} - 22880 \text{ kJ}|$$

$$\text{Saldo} = 19580 \text{ kJ}$$

46. Os dados a seguir foram obtidos a partir do estudo cinético da reação do óxido nítrico com o gás hidrogênio:



Número do experimento	[NO] (mol · L ⁻¹)	[H ₂] (mol · L ⁻¹)	Velocidade inicial
1	0,10	0,10	1,23 × 10 ⁻³
2	0,10	0,20	2,46 × 10 ⁻³
3	0,20	0,10	4,93 × 10 ⁻³

Com base nos resultados, verifica-se que as ordens da reação em relação aos reagentes NO e H₂ são, respectivamente,

- (A) segunda e primeira.
- (B) primeira e segunda.
- (C) segunda e terceira.
- (D) segunda e segunda.
- (E) primeira e primeira.

Resolução: alternativa A.

Aplicando a equação da velocidade, vem:

$$v = k \times [\text{NO}]^a \times [\text{H}_2]^b$$

$$\frac{\text{Exp. 2}}{\text{Exp. 1}} = \frac{2,46 \times 10^{-3}}{1,23 \times 10^{-3}} = \frac{k \times (0,10)^a \times (0,20)^b}{k \times (0,10)^a \times (0,10)^b}$$

$$2^1 = 2^b \Rightarrow b = 1$$

$$\frac{\text{Exp. 3}}{\text{Exp. 1}} = \frac{4,92 \times 10^{-3}}{1,23 \times 10^{-3}} = \frac{k \times (0,20)^a \times (0,10)^b}{k \times (0,10)^a \times (0,10)^b}$$

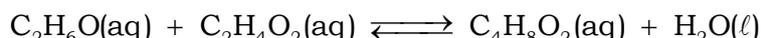
$$4 = 2^a \Rightarrow 2^2 = 2^a \Rightarrow a = 2$$

$$v = k \times [\text{NO}]^a \times [\text{H}_2]^b \Rightarrow v = k \times [\text{NO}]^2 \times [\text{H}_2]^1$$

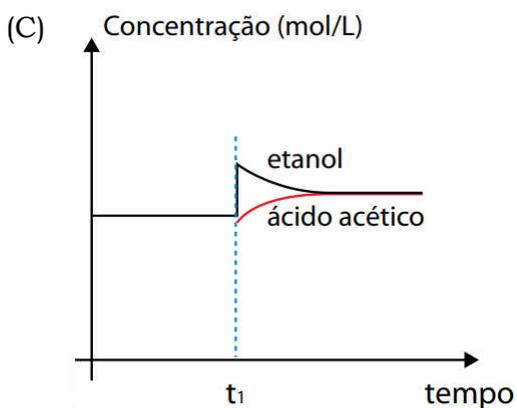
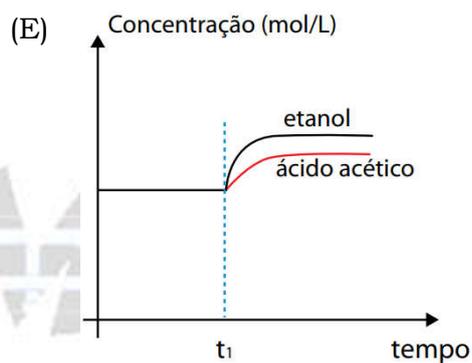
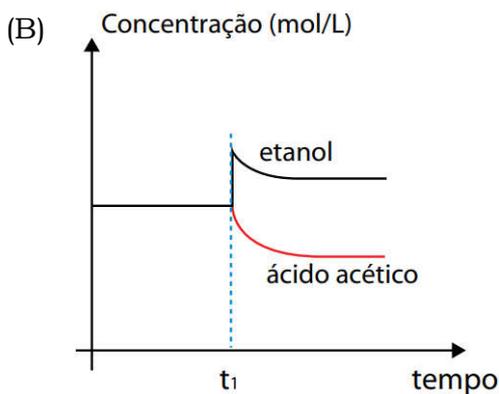
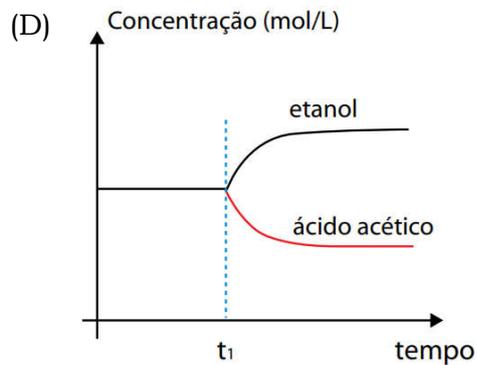
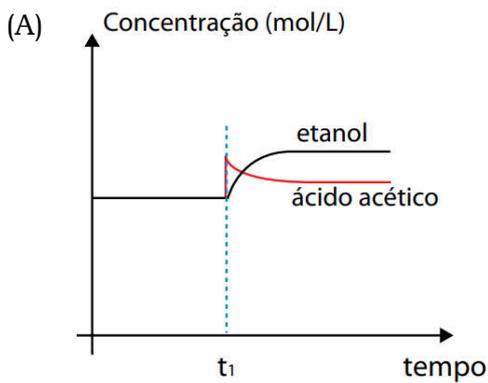
A ordem em relação ao NO é igual a 2 ou segunda (expoente).

A ordem em relação ao H₂ é igual a 1 ou primeira (expoente).

47. Etanol (C₂H₆O) e ácido acético (C₂H₄O₂) reagem entre si e estabelecem o equilíbrio químico representado pela equação a seguir:

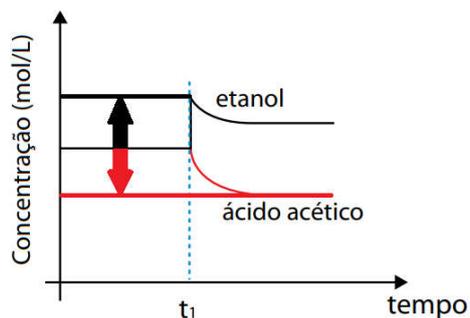


Considere que, nesse sistema em equilíbrio, adiciona-se etanol em um determinado instante t₁. O gráfico que mostra o que ocorre com as concentrações de etanol e de ácido acético até que se estabeleça um novo equilíbrio é



Resolução: alternativa B.

Como ocorre a adição de etanol, que é um reagente da reação direta, sua concentração aumenta (curva ascendente). Consequentemente, o etanol reage com o ácido acético, que tem sua concentração diminuída (curva descendente) até um novo equilíbrio ser atingido na proporção 1 : 1. Ou seja, o patamar de equilíbrio do etanol sobe na mesma proporção em que o patamar do ácido acético desce. Observe:



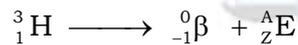
48. O reator nuclear da usina de Fukushima, danificado em 2011 devido a um tsunami, contém mais de 1 milhão de toneladas de água contaminada com materiais radioativos, dentre eles o trítio (${}^3_1\text{H}$), um isótopo radioativo emissor de radiação beta (${}^0_{-1}\beta$) e que tem tempo de meia-vida de aproximadamente 12 anos. O governo japonês iniciou em 2023 o despejo controlado dessa água contaminada no oceano, e prevê que o processo deverá durar cerca de 30 anos.

O isótopo formado no decaimento do trítio e a redução da atividade do trítio após 36 anos são, respectivamente,

- (A) ${}^2_1\text{H}$ e 87,5 %.
- (B) ${}^3_2\text{He}$ e 25 %.
- (C) ${}^3_2\text{He}$ e 12,5 %.
- (D) ${}^2_1\text{H}$ e 12,5 %.
- (E) ${}^3_2\text{He}$ e 87,5 %.

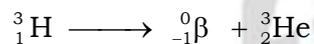
Resolução: alternativa E.

De acordo com o texto, o trítio (${}^3_1\text{H}$) é emissor de partícula beta (${}^0_{-1}\beta$), então:



$$3 = 0 + A \Rightarrow A = 3$$

$$1 = -1 + Z \Rightarrow Z = 1 + 1 = 2$$



Teremos:

$$\left. \begin{array}{l} t_{1/2} = 12 \text{ anos} \\ t = 36 \text{ anos} \end{array} \right\} 36 \text{ anos} = 3 \times 12 \text{ anos}$$

$$100 \% \xrightarrow{12 \text{ anos}} \frac{100 \%}{2} \xrightarrow{12 \text{ anos}} \frac{100 \%}{4} \xrightarrow{12 \text{ anos}} \frac{100 \%}{8}$$

$$A_{\text{final}} = \frac{100 \%}{8} = 12,5 \%$$

$$A_{\text{inicial}} = 100 \%$$

$$\text{Redução} = 100 \% - 12,5 \%$$

$$\text{Redução} = 87,5 \%$$

Dados:

TABELA PERIÓDICA

1 1 H hidrogênio 1,01																	18 2 He hélio 4,00
3 Li lítio 6,94	4 Be berílio 9,01											5 B boro 10,8	6 C carbono 12,0	7 N nitrogênio 14,0	8 O oxigênio 16,0	9 F flúor 19,0	10 Ne neônio 20,2
11 Na sódio 23,0	12 Mg magnésio 24,3											13 Al alumínio 27,0	14 Si silício 28,1	15 P fósforo 31,0	16 S enxofre 32,1	17 Cl cloro 35,5	18 Ar argônio 40,0
19 K potássio 39,1	20 Ca cálcio 40,1	21 Sc escândio 45,0	22 Ti titânio 47,9	23 V vanádio 50,9	24 Cr cromio 52,0	25 Mn manganês 54,9	26 Fe ferro 55,8	27 Co cobalto 58,9	28 Ni níquel 58,7	29 Cu cobre 63,5	30 Zn zinc 65,4	31 Ga gálio 69,7	32 Ge germânio 72,6	33 As arsênio 74,9	34 Se selênio 79,0	35 Br bromo 79,9	36 Kr criptônio 83,8
37 Rb rubídio 85,5	38 Sr estrôncio 87,6	39 Y ítrio 88,9	40 Zr zircônio 91,2	41 Nb nióbio 92,9	42 Mo molibdênio 96,0	43 Tc tecnécio	44 Ru rutênio 101	45 Rh ródio 103	46 Pd paládio 106	47 Ag prata 108	48 Cd cádmio 112	49 In índio 115	50 Sn estanho 119	51 Sb antimônio 122	52 Te telúrio 128	53 I iodo 127	54 Xe xenônio 131
55 Cs césio 133	56 Ba bário 137	57-71 lantanoides	72 Hf hafnio 178	73 Ta tântalo 181	74 W tungstênio 184	75 Re rênio 186	76 Os ósio 190	77 Ir irídio 192	78 Pt platina 195	79 Au ouro 197	80 Hg mercúrio 201	81 Tl talho 204	82 Pb chumbo 207	83 Bi bismuto 209	84 Po polônio	85 At astato	86 Rn radônio
87 Fr frâncio	88 Ra rádio	89-103 actinoides	104 Rf rutherfordio	105 Db dúbnio	106 Sg seabórgio	107 Bh bóhrio	108 Hs hássio	109 Mt meitnério	110 Ds darmstádio	111 Rg roentgênio	112 Cn copernício	113 Nh nihônio	114 Fl fleróvio	115 Mc moscóvio	116 Lv livermório	117 Ts tenessino	118 Og oganessônio

número atômico
Símbolo
nome
massa atômica

57 La lantânio 139	58 Ce cério 140	59 Pr praseodímio 141	60 Nd neodímio 144	61 Pm promécio	62 Sm samário 150	63 Eu europio 152	64 Gd gadolínio 157	65 Tb térbio 159	66 Dy disprósio 163	67 Ho hólmio 165	68 Er érbio 167	69 Tm tulio 169	70 Yb itérbio 173	71 Lu lutécio 175
89 Ac actínio	90 Th tório 232	91 Pa protactínio 231	92 U urânio 238	93 Np neptúnio	94 Pu plutônio	95 Am américio	96 Cm cúrio	97 Bk berquélio	98 Cf califórnia	99 Es einstênio	100 Fm fêrmio	101 Md mendelévio	102 No nobélio	103 Lr laurêncio

Notas: Os valores de massas atômicas estão apresentados com três algarismos significativos. Não foram atribuídos valores às massas atômicas de elementos artificiais ou que tenham abundância pouco significativa na natureza. Informações adaptadas da tabela IUPAC 2016.

PARA O

VESTIBULAR