

OLIMPÍADAS ESTADUAIS DE QUÍMICA

PROVA MODALIDADE B – 2023

1) Dorothy Mary Crowfoot Hodgkin (1910–1994), química britânica, foi uma mulher notável na ciência mundial. Dotada de uma intuição privilegiada, a cristalografia de raios X foi o seu instrumento de análise da estrutura tridimensional de moléculas de interesse químico, bioquímico, biológico, farmacológico e médico: pepsina, penicilina, colesterol, vitamina B12, insulina. Em 1964 recebeu o Prêmio Nobel de Química, a terceira mulher depois de Marie Curie, em 1911, e de Irène Joliot-Curie, em 1935. Foi um exemplo de coragem perante a artrite reumatoide que desde cedo a afligiu. Abraçou as causas da Paz e da igualdade de gênero. (GONÇALVES-MAIA, R. Dorothy Hodgkin. *Revista Ciência Elementar*, vol. 9, n. 2, e-026, 2021.)

Uma das moléculas estudadas por esta extraordinária pesquisadora foi a vitamina B12. Esta vitamina é essencial para o nosso corpo, uma vez que nosso organismo não é capaz de produzi-la. Por isso, é necessário consumir alimentos ricos em vitamina B12 e devemos saber como absorvê-la de forma adequada para nos mantermos saudáveis. Sua fórmula molecular é $C_{63}H_{88}CoN_{14}O_{14}P$, com massa molar de $1355,38 \text{ g mol}^{-1}$.

Assinale a alternativa que apresenta o número de moléculas de vitamina B12 em 850 g dessa substância.

- a) $3,76 \times 10^{20}$
- b) $1,20 \times 10^{22}$
- c) $3,78 \times 10^{22}$
- d) $3,78 \times 10^{23}$**
- e) $1,20 \times 10^{24}$

2) A calcita ($CaCO_3$) é o principal constituinte mineralógico dos calcários e mármore com elevada pureza. O calcário, encontrado extensivamente em todos os continentes, é extraído de pedreiras ou depósitos que variam em idade, desde o pré-cambriano até o holoceno. As reservas de rochas carbonatadas são tão grandes que, muitas vezes, chegam a ser consideradas intermináveis. No entanto, a sua ocorrência com elevada pureza corresponde a menos de 10 % das reservas de carbonatos lavradas em todo mundo. (Rochas e Minerais Industriais – CETEM/2005.)

Considere a reação que envolve o calcário na presença de uma solução de ácido clorídrico, formando cloreto de cálcio, água e dióxido de carbono. Uma quantidade de calcário com massa igual a 4,50 g foi tratada com 50 mL de solução de ácido clorídrico a $1,50 \text{ mol L}^{-1}$. Assinale a alternativa que apresenta o volume de gás produzido à temperatura de 27°C e pressão de 1,50 atm.

- a) 450 mL
- b) 500 mL
- c) 550 mL
- d) 600 mL
- e) 615 mL**

3) As propriedades coligativas foram estudadas pela primeira vez por François-Marie Raoult, químico francês nascido em 1830, em Fournes. O seu primeiro artigo sobre a depressão crioscópica de uma solução em relação ao solvente puro (a Lei da Criometria) foi publicado em 1878. As relações estabelecidas por Raoult, para o abaixamento da pressão de vapor e para a depressão crioscópica de uma solução, conduziram ao desenvolvimento de métodos de determinação da massa molar de um soluto dissolvido num dado solvente. Estes métodos permitiram a Jacobus van't Hoff, Wilhelm Ostwald e outros químicos comprovar o fenômeno da dissociação (em íons) dos eletrólitos em solução. Ernst Beckmann introduziu melhorias significativas no método crioscópico de determinação de massas molares, o que fez com que se tornasse num método padrão de determinação de massas molares de substâncias orgânicas. No entanto, ao final do século XX, os métodos baseados nas propriedades coligativas foram sendo substituídos pela determinação direta de massas moleculares através da espectrometria de massa. (LIMA, L. S. Propriedades coligativas. *Revista Ciência Elementar*, v. 2, n. 1, e-023, 2014).

Em um experimento envolvendo propriedades coligativas, levando em consideração os efeitos tonoscópicos, 32 g de um soluto molecular não volátil foram dissolvidos em 400 g de benzeno. Neste experimento observou-se que a pressão de vapor do solvente puro diminui de 24,50 cm Hg para 23,02 cm Hg. Assinale a alternativa que apresenta o valor da massa molar do soluto.

- a) 23,77 g mol⁻¹
- b) 32,52 g mol⁻¹
- c) 56,57 g mol⁻¹
- d) 92,51 g mol⁻¹
- e) 97,06 g mol⁻¹**

4) Desde o século X, já se conhecia o ácido sulfúrico. Uma das primeiras metodologias relatadas na literatura para a sua produção envolvia a destilação seca do sulfato de ferro (II) hepta-hidratado (FeSO₄·7H₂O) ou do sulfato de cobre (II) penta-hidratado (CuSO₄·5H₂O). Sabemos hoje que a decomposição térmica destes sais leva à formação dos correspondentes óxidos de ferro (II) e de cobre (II), além da liberação de água e do gás trióxido de enxofre, os quais, posteriormente, reagem entre si produzindo uma solução diluída de ácido sulfúrico. Este ácido era conhecido como óleo de vitríolo, palavra que advém do latim "*vitrum*", referindo-se à aparência dos cristais dos sais inorgânicos mencionados. (KARPENKO, V.; NORRIS, J. A. *Chemické Listy*, v. 96, p. 997-1005, 2002).

Considere uma solução aquosa de ácido sulfúrico, que apresenta percentual em massa na ordem de 68% e densidade de 1,29 g cm⁻³. Assinale a alternativa que apresenta o valor do volume desta solução necessário para preparar de 250 mL de solução deste mesmo ácido, com concentração 4,50 mol L⁻¹.

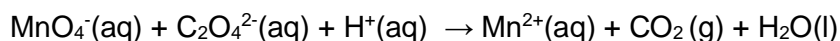
- a) 25,0 mL
- b) 75,0 mL

c) 100,0 mL

d) 125,0 mL

e) 150,0 mL

5) Uma das reações clássicas no ramo da química inorgânica e na química qualitativa é a reação que envolve a o íon permanganato e o íon oxalato em meio ácido, conforme a equação iônica (não balanceada) a seguir:



O íon permanganato (MnO_4^-) apresenta como característica a cor violeta e, ao reagir com o íon oxalato ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$), forma o MnO (Mn^{2+}) que é incolor, sendo todo este processo conduzido em meio ácido. Desta forma pode-se determinar a velocidade da reação medindo-se o intervalo de tempo necessário para tornar a solução incolor após a adição do permanganato. Caso a reação seja conduzida em meio básico, forma-se o MnO_2 , de cor turva escura (marrom), que também pode ser produzido devido à ação da luz. Esta reação envolve a oxidação do carbono presente no íon oxalato e, ao mesmo tempo, a redução do manganês presente no íon permanganato. [CASTELLAN, G. Fundamentos de físico-química. São Paulo: LTC, 1972.]

Este exemplo de reação iônica ilustra muito bem um importante tópico de análise volumétrica, muito utilizado na determinação de íons oxalato, denominado titulação redox. Assinale a alternativa que apresenta o volume de uma solução de permanganato de potássio, com concentração igual a $0,250 \text{ mol L}^{-1}$, necessário para reagir completamente com $0,035 \text{ mol}$ do íon oxalato e o somatório dos coeficientes estequiométricos.

a) 56 mL; 41

b) 56 mL; 43

c) 56 mL; 45

d) 140 mL; 41

e) 140 mL; 43

6) Considere a molécula da *p*-acetanidina, substância usada em medicamentos, com propriedades analgésicas e antipiréticas. Sua fórmula estrutural é:

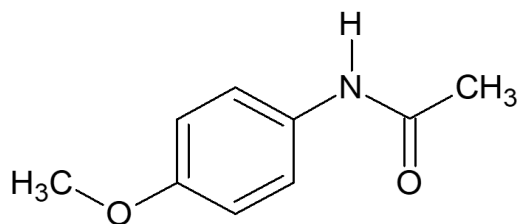


Figura. Estrutura da *p*-acetanidina

Analise as afirmativas a seguir a respeito dessa molécula.

I – As funções orgânicas presentes na molécula são amida e éter.

II – Sua fórmula molecular é $C_9H_{11}NO_2$.

III – Na molécula há 2 carbonos com hibridação sp^3 e 7 com hibridação sp^2 .

IV – O nome sistemático *p*-acetanisidina é *N*-(4-metoxifenil) etanamida.

V – Na molécula há apenas um carbono assimétrico ou centro de quiralidade.

As afirmativas verdadeiras são:

a) Apenas I, II, III e V.

b) Apenas I, III, IV.

c) Apenas I, II, III e IV.

d) Apenas II, III, IV e V.

e) I, II, III, IV e V.

7) Ajinomoto é um produto usado para realçar o sabor dos alimentos como carnes, legumes, grãos e outros. A estrutura molecular de seu princípio ativo é apresentada a seguir:

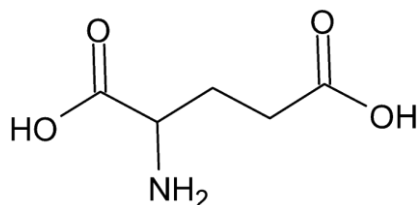


Figura. Estrutura molecular do princípio ativo do Ajinomoto.

São feitas as seguintes afirmativas com relação à estrutura do princípio ativo do Ajinomoto.

I – Seu nome sistemático é ácido 2-aminopentanodioico.

II – As funções orgânicas presentes na molécula são amina e ácido carboxílico.

III – A cadeia carbônica da molécula é aberta, normal, saturada e heterogênea.

IV – Na molécula há um carbono assimétrico, portanto, pode apresentar as configurações *R* e *S*.

V – É uma substância polar, solúvel em água.

Das afirmativas apresentadas, são verdadeiras:

a) Apenas I, II, III e IV.

b) Apenas I, II, IV e V.

c) Apenas II, III, IV e V.

d) Apenas II, III e V.

e) Apenas III, IV e V.

8) Ajoeno é uma substância existente no alho (*Allium sativum*), responsável pelo seu odor característico. Suas configurações moleculares são apresentadas a seguir:

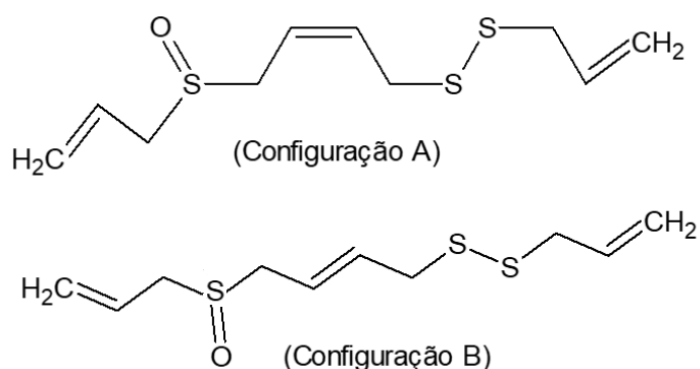


Figura I. Configurações da molécula do Ajoeno.

Assinale a alternativa correta a respeito dessas configurações:

- a) A configuração A é o *trans*-ajoeno e a configuração B, o *cis*-ajoeno.
- b) A configuração A é o *Z*-ajoeno e a configuração B, o *E*-ajoeno.**
- c) A configuração A é o *R*-ajoeno e a configuração B, o *Z*-ajoeno.
- d) As configurações A e B são enantiômeros.
- e) As configurações A e B são tautômeros.

9) Alitame é um adoçante artificial de fórmula estrutural:

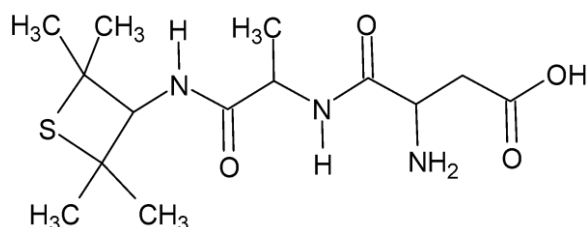


Figura I. Estrutura molecular do alitame.

Considere as seguintes afirmativas a respeito da molécula do alitame.

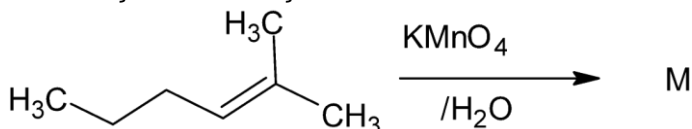
- I – As funções orgânicas presentes na molécula são: ácido carboxílico, amida, amina e tioéter.
- II – Há 3 carbonos assimétricos (centros de quiralidade) na molécula. Assim, podem ocorrer 8 estereoisômeros (*R/S*) com esta fórmula estrutural.
- III – Esta molécula pode formar várias ligações de hidrogênio, interagindo, assim, com as proteínas da ponta da língua, fazendo com que a substância fique retida por um determinado intervalo de tempo e permitindo às papilas sentirem o gosto doce.
- IV – Esta substância é muito solúvel em água devido à presença de vários átomos eletronegativos na molécula e à formação de ligações de hidrogênio.
- V – Na molécula do alitame há dois átomos de carbono quaternários, dois carbonos terciários, dois carbonos secundários e oito primários.

As afirmativas verdadeiras são:

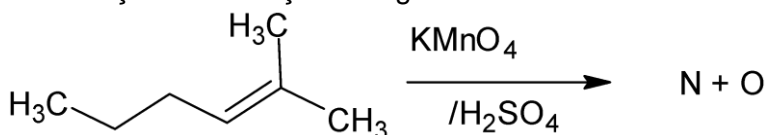
- a) Apenas I, II, III e IV.
- b) Apenas I, II, IV e V.
- c) Apenas II, III e IV.
- d) Apenas II, III, IV e V.
- e) I, II, III, IV e V.

10) Em um laboratório de síntese orgânica são conduzidas as seguintes experiências, usando uma mesma substância como substrato, conforme apresentado a seguir:

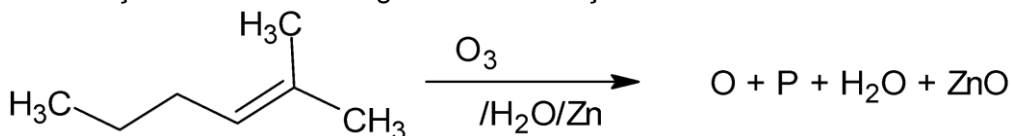
A – Reação de oxidação branda:



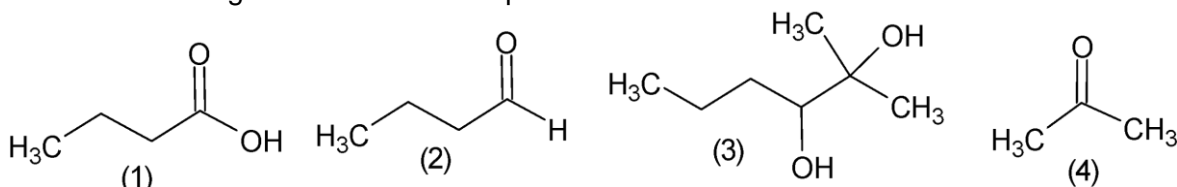
B – Reação de oxidação enérgica:



C – Reação de ozonólise seguida de hidratação:



São dadas as seguintes fórmulas dos produtos:



Marque a alternativa que estabelece a relação correta dos produtos.

- a) 1 – M; 2 – N; 3 – O; 4 – P
- b) 2 – M; 3 – N; 4 – O; 1 – P
- c) 3 – M; 1 – N; 2 – O; 4 – P
- d) 3 – M; 1 – N; 4 – O; 2 – P
- e) 4 – M; 3 – N; 1 – O; 2 – P

11) Dois compostos químicos, BCl₃ e AsCl₅, estão descritos a seguir, quanto a alguns de seus usos.

O BCl₃, um composto inorgânico caracterizado como um gás incolor, é utilizado em síntese orgânica, como catalisador e como reagente. Apresenta importante papel na indústria metalúrgica como agente de refino e fluxo de solda. (Adaptado de: https://pt.lambdageeks.com/bcl3-lewis-structure/?utm_content=cmp-true. Acesso em: 15 de junho de 2023.)

Consideremos o composto AsCl_5 , em uma perspectiva molecular. Desde os tempos remotos, a história da toxicologia nos indica que o arsênio era usado como veneno. Compostos de arsênio começaram a ser utilizados na agricultura como ingredientes em inseticidas, venenos de ratos, herbicidas e conservantes de madeira, além de pigmentos em tintas, papel de parede e cerâmica. Embora os usos agrícolas tenham sido reconhecidos, posteriormente, como não ecologicamente corretos, especialmente quando na forma dos populares *sprays*, no combate a larvas da mariposa cigana e do gorgulho, eles estavam entre os mais eficazes de seu tempo. (Adaptado de: <https://www.chemicalrisk.com.br/toxicologia-do-arsenio/>. Acesso em: 15 de junho de 2023.)

No que diz respeito à estrutura molecular, assinale a alternativa que apresenta de maneira correta as geometrias das moléculas BCl_3 e AsCl_5 , respectivamente:

- a) piramidal e pentaédrica.
- b) trigonal plana e bipirâmide trigonal.**
- c) piramidal e bipirâmide trigonal.
- d) trigonal plana e bipirâmide de base quadrada.
- e) trigonal plana e pentaédrica.

12) Henry Louis Le Châtelier foi um químico de excelência, formado na École Polytechnique e na École des Mines, em Paris. Ensinou química, sucessivamente, na École des Mines, no Collège de France e na Sorbonne (1878-1925) e tornou-se inspetor geral de minas (1907). Formulou o denominado Princípio de Le Châtelier (1888), sobre relações entre variações de temperatura e pressão. Também trabalhou com calor específico em gases a altas temperaturas e métodos de medição de temperaturas. Promoveu a aplicação de química na indústria francesa, especialmente na produção de gás amônia, cimento, aço e cerâmica. Entre seus livros destacam-se *Sciences et Industrie*, em 1925 e *De la méthode dans les sciences expérimentales*, em 1936. Faleceu em Miribel-les-Échelles, Isère, França. Além das contribuições para a metalurgia e cerâmica, desenvolveu ainda equipamentos para linhas férreas, como um pirômetro óptico. (Disponível em: https://fr.wikipedia.org/wiki/Henry_Le_Châtelier#Bibliographie. Acesso em: 23 de abril de 2023.)

Com relação ao princípio de Le Châtelier em si, considere o processo químico representado a seguir:



Sobre esse processo, considere as seguintes afirmações:

- I) Aumentando a concentração de NO_2 , o equilíbrio é deslocado para a direita.
- II) Aumentando a concentração de N_2O_4 , o equilíbrio é deslocado para a esquerda.
- III) Diminuindo a temperatura do sistema reacional, o equilíbrio é deslocado para a esquerda.
- IV) Aumentando a pressão total do sistema reacional, a reação inversa será favorecida.
- V) O valor da constante de equilíbrio químico não se altera com a mudança de temperatura.

Quais afirmações estão corretas?

- a) Apenas I e V.
- b) Apenas I e II.**
- c) Apenas II e III.
- d) Apenas III e IV.
- e) Apenas IV e V.

13) O "Experimento de Stern-Gerlach" designa uma experiência científica realizada, em 1922, pelos físicos alemães Otto Stern e Walther Gerlach, cujo surpreendente resultado demonstrou que o momento angular de um átomo é quantizado.

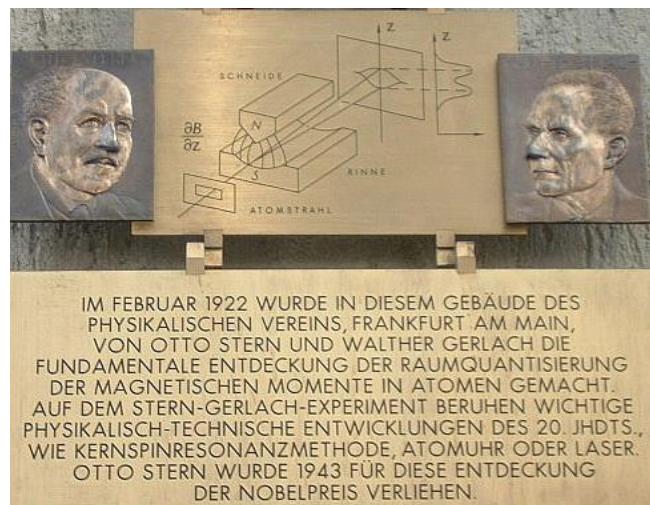


Figura I. Placa comemorativa relativa ao experimento, localizada no antigo Instituto de Física Teórica de Frankfurt. (<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b0/SternGerlach2.jpg>) Esta placa comemorativa, intitulada "local histórico" é concedida pela European Physical Society para comemorar importantes descobertas em física em laboratórios, institutos ou cidades em toda a Europa. (Disponível em: https://www.goethe-university-frankfurt.de/81694072/Historic_Site__Plaque_for_Frankfurt_Physics. Acesso em: 15 de junho de 2023.)

O artigo, publicado em abril de 1922, relata o experimento de Stern-Gerlach, que utilizou um jato de átomos de prata atravessando um campo magnético não homogêneo, conforme esquematizado a seguir.

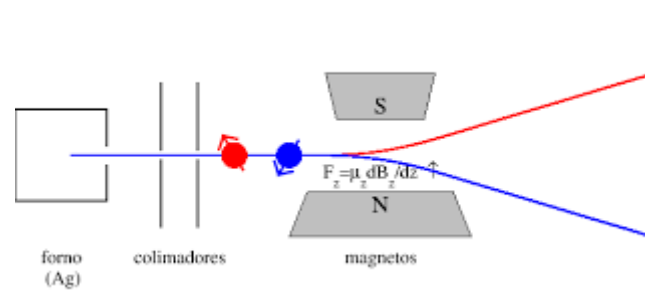


Figura II. Experimento de Stern-Gerlach. (Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Experimento_de_Stern-Gerlach. Acesso em: 15 de junho de 2023.)

Esperava-se que não houvesse desvio da trajetória retilínea dos átomos de prata, porém, surpreendentemente, o desvio da trajetória retilínea foi observado. O feixe, em vez de se alargar, separa-se em dois pontos distintos de intensidade idêntica, o que contradiz a previsão teórica clássica. A explicação para esse fenômeno está baseada no movimento do elétron e seu spin. Qual, dentre as partículas abaixo, não é desviada por um campo magnético?

- a) Elétron
- b) Próton
- c) Nêutron**
- d) Dêuteron
- e) Partícula alfa

14) O processo químico da solubilidade trata da capacidade que têm duas substâncias diferentes de se misturar, após ruptura de suas respectivas forças intermoleculares, quando novas interações poderão ocorrer, conduzindo a uma mistura homogênea (solução). Considere os dados da tabela a seguir sobre a solubilidade de alguns álcoois em água:

Álcool	Estrutura plana simplificada	Solubilidade em água (g/100 g H ₂ O em 25 °C)
Metílico	CH ₃ OH	Infinita
Etílico	CH ₃ CH ₂ OH	Infinita
Propílico	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH	Infinita
Butílico	CH ₃ (CH ₂) ₃ OH	8,3
Isobutílico	CH ₃ CH(CH ₃)CH ₂ OH	10,0
s-Butílico	CH ₃ CH ₂ CH(OH)CH ₃	26,0
t-Butílico	(CH ₃) ₃ COH	Infinita

Fonte: SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B.; SNYDER, S. A. Organic Chemistry. 12. ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2016. p. 493.

Analise as afirmações a seguir:

I - O grupo hidroxila confere caráter polar às moléculas de álcool.

II - A solubilidade de álcoois em água independe da estrutura das cadeias carbônicas.

III - A ramificação minimiza a superfície de contato da porção apolar da molécula orgânica com a água.

IV - Para os álcoois, quanto menor o número de ramificações na cadeia, maior a solubilidade em água.

Estão corretas apenas as afirmações

a) I e III.

b) II e III.

c) III e IV.

d) II e IV.

e) II, III e IV.

15) Termodinâmica é o ramo da ciência que estuda a energia e suas transformações, procurando explicar os mecanismos de transferência de energia térmica e a produção de trabalho. Neste sentido, a boa compreensão dos conceitos iniciais é fundamental para o sucesso nos estudos termodinâmicos. Pensando nisso, assinale a alternativa que apresenta o conceito corretamente enunciado.

a) No estudo da termodinâmica, o conceito de fronteira corresponde aos limites que definem o espaço físico do sistema. Fronteiras podem ser classificadas como diatérmicas ou adiabáticas.

b) Entende-se Energia Interna como a soma das energias cinéticas das partículas que compõem o material.

c) A quantidade de calor está relacionada com a energia transferida como resultado de uma diferença de massa entre os sistemas.

d) A temperatura é a média aritmética ponderada da energia potencial das partículas que constituem um material.

e) A primeira lei da termodinâmica envolve a presença de dois sistemas que estão em equilíbrio térmico com um terceiro, estando os três sistemas termodinâmicos em equilíbrio térmico entre si.

16) A maioria dos processos gasosos são realizados, industrialmente, em reatores cilíndricos conforme o apresentado na figura abaixo.

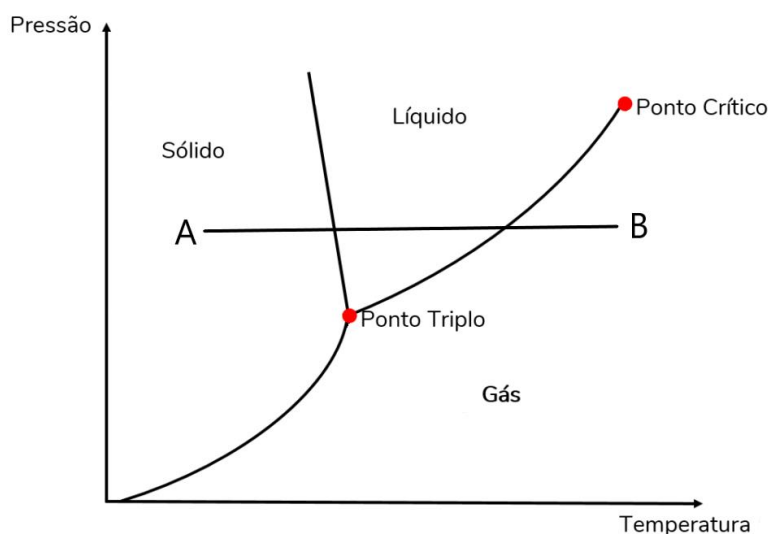


Figura. Reator industrial. (Disponível em: <https://grupomusso.com.br/produto/reator-industrial/>. Acesso em: 02 de maio de 2023.)

Sob temperatura constante de aproximadamente $425\text{ }^{\circ}\text{C}$, a constante de equilíbrio para a síntese do iodeto de hidrogênio, a partir dos gases hidrogênio e iodo, é igual a 81. São inseridos $0,600\text{ mol}$ de H_2 e $0,600\text{ mol}$ de I_2 neste mesmo reator, com capacidade de 30 litros. Assinale a alternativa que apresenta, respectivamente, os valores corretos das concentrações para os gases H_2 , I_2 e HI , no equilíbrio.

- a) $0,0032\text{ mol L}^{-1}$, $0,0032\text{ mol L}^{-1}$ e $0,0380\text{ mol L}^{-1}$
- b) $0,0036\text{ mol L}^{-1}$, $0,0036\text{ mol L}^{-1}$ e $0,0250\text{ mol L}^{-1}$
- c) $0,0036\text{ mol L}^{-1}$, $0,0036\text{ mol L}^{-1}$ e $0,0330\text{ mol L}^{-1}$**
- d) $0,0066\text{ mol L}^{-1}$, $0,0066\text{ mol L}^{-1}$ e $0,0360\text{ mol L}^{-1}$
- e) $0,0220\text{ mol L}^{-1}$, $0,0220\text{ mol L}^{-1}$ e $0,1660\text{ mol L}^{-1}$

17) Considere a figura abaixo que representa o diagrama de fases de uma determinada substância.



Analise os itens apresentados abaixo e assinale a alternativa FALSA.

a) Ao longo da linha AB, que corresponde ao processo sob pressão constante, a substância estudada primeiramente passa da fase sólida para a líquida, a uma determinada temperatura, e, posteriormente, da fase líquida para a fase gasosa, a uma temperatura mais alta.

b) Um ponto triplo, em um diagrama de fases, é caracterizado como sendo um ponto em que três fases de uma determinada substância podem coexistir em equilíbrio.

c) Em pressões inferiores à pressão do ponto triplo, pode ocorrer o fenômeno chamado de sublimação.

d) O comportamento de uma substância em relação ao ponto crítico permite distinguir entre vapor e gás: o vapor pode ser liquefeito usando-se apenas aumento da pressão, enquanto o gás não pode ser liquefeito somente através de aumento da pressão.

e) As linhas que separam as regiões indicam a coexistência de fases em equilíbrio estático entre si. Para um equilíbrio estático entre sólido e vapor a linha mostra como a pressão de vapor do sólido varia com a temperatura.

18) A Lei da Velocidade das reações químicas, também conhecida como Lei de Guldberg-Waage, foi apresentada no ano de 1867, no período da Revolução Industrial, pelos cientistas noruegueses Cato Maximilian Guldberg (1836-1902) e Peter Waage (1833-1900). Seu enunciado afirma: "A velocidade de uma reação é diretamente proporcional ao produto das concentrações do(s) reagente(s), para cada temperatura apresentada durante o processo experimental, com seus respectivos expoentes experimentalmente determinados, que tratam das ordens de reação". Considere as informações apresentadas na tabela abaixo:

Experimento	Concentração de reagentes (mol L ⁻¹)		Velocidade de reação (mol L ⁻¹ min ⁻¹)
	[A]	[B]	
I	1,200	0,600	25,20
II	0,400	0,600	2,80
III	1,200	0,200	8,40
IV	0,340	0,500	?

A partir das informações apresentadas na tabela, assinale a alternativa correta que apresenta, respectivamente, a ordem de reação global, a velocidade específica e a velocidade no experimento IV.

a) 2; 29,17 L² mol⁻² min⁻¹; 2,917 x 10⁻⁴ mol L⁻¹ min⁻¹

b) 2; 29,17 L² mol⁻² min⁻¹; 2,917 x 10⁻² mol L⁻¹ min⁻¹

c) 3; 2,917 L² mol⁻² min⁻¹; 2,917 x 10⁻² mol L⁻¹ min⁻¹

d) 3; 19,17 L mol⁻¹ min⁻¹; 2,917 x 10⁻² mol L⁻¹ min⁻¹

e) 3; 29,17 L² mol⁻² min⁻¹; 2,917 x 10⁻³ mol L⁻¹ min⁻¹

19) O processo de desinfecção da água consiste em inativar microrganismos patogênicos que podem nela estar presentes. A eficiência deste processo é influenciada por determinados fatores, como o tempo insuficiente de exposição ao germicida; limpeza prévia mal feita do reservatório em que a água se encontra; pH e temperatura do processo. (Adaptado de: <https://www.verzani.com.br/blog/desinfeccao/#>. Acesso em: 07 de maio de 2023.)

Nas estações de tratamento de água, no Brasil, a utilização de gás cloro para o processo de desinfecção é bastante comum. Para se obter o gás cloro, usa-se uma cuba eletrolítica, na qual há passagem de uma corrente elétrica através de uma solução aquosa de cloreto de sódio. O gás cloro é geralmente produzido no ânodo. A partir destas informações, calcule o volume de gás cloro, medido nas CNTP, produzido quando uma corrente de 0,25 A passa através de uma solução de NaCl(aq), durante 5 horas.

a) 0,522 L

b) 0,989 L

c) 1,80 L

d) 2,24 L

e) 4,48 L

20) Gás sulfídrico é um gás incolor de odor forte, tóxico, mais denso que o ar e tem como principal fonte a decomposição anaeróbia dos excrementos. Pode causar sérios danos à saúde humana e dos animais, estando relacionado à redução de desenvolvimento dos animais. Sua concentração nas edificações para animais é inferior ao NH₃ e está mais presente nas edificações que fazem armazenamento de dejetos sob o piso. Seu odor característico já é detectado a partir de 0,01 ppm. (Adaptado de: VERSTEGEN, M. W. A.; TAMMINGA, S.; GREERS, R. The effect of gaseous pollutants on animals. In: DEWI, I. A. et al. (eds.). Pollution in livestock production systems. Wallingford: CAB International, 1994. p.71-79.)

Procede-se ao aquecimento de 5240 g de gás sulfídrico, sendo este aquecimento de 100 °C a 1500 °C, em processo conduzido sob pressão atmosférica. Considerando-se o calor específico médio do gás sulfídrico igual a 0,268 cal mol⁻¹ °C, assinale a alternativa que apresenta o valor aproximado da variação de entalpia deste processo.

a) 45,858 kcal

b) 49,728 kcal

c) 57,825 kcal

d) 132,800 kcal

e) 450,599 kcal

21) A reação química da produção de gás de síntese a partir do gás metano é representada pela equação química:



Considerando essa equação, assinale a opção correta, tendo conhecimento de que, a uma certa temperatura T, foram inseridos 2 mol L⁻¹ para cada reagente e, no equilíbrio, há 1,50 mol L⁻¹ de gás hidrogênio.

a) Uma mudança na pressão total afeta o equilíbrio da reação e sua constante de equilíbrio (K_c), na temperatura dada, é igual a 0,150.

b) A reação é endotérmica e no equilíbrio estão presentes 2,50 mol L⁻¹ de gás metano.

c) A reação apresenta melhor rendimento em processos com baixas temperaturas.

d) A constante de equilíbrio (K_c) dessa reação aumenta com a temperatura e seu valor, na temperatura dada, é igual a 0,75.

e) No equilíbrio à temperatura dada, a concentração de monóxido de carbono é $0,50 \text{ mol L}^{-1}$ e a de gás metano é $1,25 \text{ mol L}^{-1}$.

22) Um balão hermeticamente fechado, com capacidade de 20,0 litros, contém os seguintes gases: 450 g de O_2 , $4 \times 10^{-5} \text{ mol}$ de N_2 e $4,20 \times 10^{26}$ moléculas de NO , a 127°C . A partir destas informações, assinale a alternativa que apresenta o valor aproximado da pressão total dentro do balão.

a) 975 atm

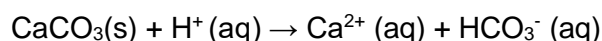
b) 1167 atm

c) 2500 atm

d) 3703 atm

e) 4025 atm

23) Uma determinada análise de uma amostra de água, com volume de 400 mL, contaminada pela presença de ácido clorídrico, apresenta valor de pH igual a 2. Carbonato de cálcio reage com essa amostra, segundo a equação iônica:



Assinale a alternativa que apresenta de maneira aproximada a massa de carbonato de cálcio que reagiu.

a) 0,20 g

b) 0,25 g

c) 0,30 g

d) 0,35 g

e) 0,40 g

24) O dicromato de prata, com fórmula $\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, é um sal inorgânico ternário, constituído por três elementos químicos: prata, cromo e oxigênio. É bastante insolúvel em água, em condições padrão de temperatura e pressão. Seu nome usa a nomenclatura IUPAC estabelecida para sais derivados de oxiácidos. (Disponível em: <https://pt.thpanorama.com/blog/ciencia/dicromato-de-plata-formula-sntesis-y-aplicaciones.html>. Acesso em: 07 de maio de 2023.)

A certa temperatura constante, a solubilidade deste sal é de aproximadamente de $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$. Assinale a alternativa que apresenta o valor do produto de solubilidade do $\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ nesta temperatura.

a) $1,95 \times 10^{-6}$

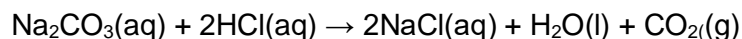
b) $7,81 \times 10^{-6}$

c) $1,95 \times 10^{-5}$

d) $7,81 \times 10^{-5}$

e) $3,12 \times 10^{-4}$

25) Carbonato de sódio é um padrão primário que reage com o ácido clorídrico, conforme a equação química apresentada a seguir:



Considerando que 78,37 mL de uma solução de HCl são necessários para titular a solução contendo 258,4 mg de carbonato de sódio, assinale a alternativa que apresenta o valor correto da concentração de ácido, em mmol L⁻¹, sabendo que o carbonato de sódio apresenta um grau de impureza de 25%.

- a) 23,32
- b) 35,89
- c) 39,89
- d) 46,66**
- e) 59,28

26) A radioatividade está presente em várias áreas como, por exemplo, na medicina, como ferramenta de diagnóstico e como meio de tratamento, principalmente no tratamento do câncer. Sobre radioatividade, seus processos, história e mecanismo, assinale V para as afirmativas verdadeiras e F para as falsas.

- I. Os raios gama são raios eletromagnéticos e têm baixo poder de penetração, se comparados aos raios alfa e beta.
- II. A radioatividade foi descoberta pelo casal Curie.
- III. Os processos nucleares seguem uma cinética de primeira ordem.
- IV. A emissão de uma partícula beta por um determinado átomo vai produzir um outro átomo com número atômico maior.
- V. A partícula beta surge da conversão de um próton em um nêutron.
- VI. O produto formado quando o rádio-226 emite uma partícula alfa é radônio-222.

Assinale a alternativa que corresponde à sequência correta, de I a VI.

- a) V, F, V, V, V, V
- b) V, F, V, F, V, F
- c) F, F, V, V, V, V**
- d) F, F, V, V, F, F
- e) F, V, F, V, F, V

27) Considere as afirmativas apresentadas a seguir:

- I. A condição de equilíbrio químico ocorre quando a velocidade da reação direta é igual à velocidade da reação inversa.
- II. A ordem de reação da reação direta, em um equilíbrio dinâmico, deverá ser, necessariamente, igual à ordem da reação inversa.
- III. A constante de equilíbrio de uma reação depende somente da temperatura.
- IV. Na reação de síntese da água, $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l})$, pelo princípio de Le Chatelier, aumentando a concentração da água, o equilíbrio será deslocado para a esquerda.

- V. A concentração de uma solução expressa em mol L⁻¹ depende de sua temperatura.
- VI. Os óxidos N₂O₅, SO₂ e SO₃ são classificados como óxidos do tipo ácido.
- VII. O ácido H₄P₂O₇ é um ácido forte.

Assinale a alternativa que apresenta SOMENTE as afirmativas FALSAS.

- a) II; III; IV; V
- b) I; III; IV; VI
- c) I; II; III; IV e V
- d) II; IV; V; VI e VII
- e) II; IV e VII

28) Com relação aos conceitos envolvidos no estudo de ligações químicas, polarização e geometria, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta em que V corresponde às afirmativas verdadeiras e F, às falsas.

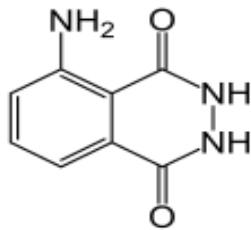
- I. () Não existe força de atração eletrostática entre moléculas apolares.
- II. () Comparando-se os ângulos de ligação, denominados ângulos de valência, nas moléculas de H₂O, NH₃ e CH₄, constata-se que o menor ângulo encontra-se no H₂O, o que se explica pela existência de dois pares de elétrons isolados na molécula.
- III. () O que difere um metal típico de um isolante é que, no metal, a banda de valência está parcialmente ocupada, e os níveis seguintes têm energias muito próximas.
- IV. () Em ClO₂ as ligações entre átomos diferentes são iônicas.
- V. () Já que a ligação C – Cl é polar, a molécula do CCl₄ é também polar.
- VI. () O nióbio tem maior energia de ionização do que o zircônio.

Dentre as alternativas a seguir, qual delas indica a sequência correta, de I a VI?

- a) F, V, V, V, F, F
- b) V, F, F, V, V, F
- c) F, V, F, V, F, V
- d) V, F, F, F, V, V
- e) F, V, V, F, F, V

29) Luminol é uma substância química criada, em 1928, por H. O. Albrecht, durante seu trabalho de doutoramento. Posteriormente, Fritz Feigl e seus colaboradores reconheceram o potencial desse reagente para a identificação de diminutas quantidades de peróxidos e de íons ferricianeto. O bonito efeito luminescente, obtido como resultado, fez com que essa reação fosse logo apresentada em demonstrações para a divulgação da Química, peças teatrais e eventos artísticos. Com aplicações mais práticas, trata-se de um produto que é preparado misturando-se o Luminol propriamente dito, com uma substância à base de peróxido de hidrogênio, que reage muito lentamente. Quando essa mistura entra em contato com sangue, utiliza o ferro presente na hemoglobina como agente catalisador, causando uma reação de quimiluminescência. (Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Luminol>. Acesso em: 07 de maio de 2023.)

Sua estrutura química molecular é:



(Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Luminol>. Acesso em: 07 de maio de 2023.)

Em relação à molécula do luminol, assinale a alternativa verdadeira.

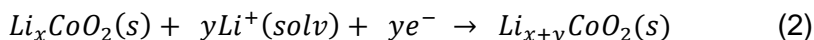
- a) Possui sete átomos de carbono hibridizados em sp^2 .
- b) Possui dois anéis aromáticos condensados e não apresenta isomeria óptica.
- c) Apresenta as seguintes funções orgânicas: amina, amida e éter.
- d) Possui um anel aromático e uma, dentre suas funções orgânicas, é uma amina.**
- e) Apresenta as seguintes funções orgânicas: amina, amida e cetona.

30) Baterias de íon-lítio são frequentemente usadas em dispositivos de alta performance, como os telefones celulares, câmeras digitais e carros elétricos. Os materiais dos eletrodos são formados geralmente por compostos de estrutura aberta (denominados compostos de intercalação), que permitem a entrada e saída de íons lítio.

Durante o funcionamento da bateria, em um dos eletrodos da célula ocorre a reação:

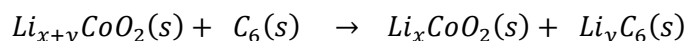


E no outro eletrodo ocorre a reação:



Sobre as baterias de íon-lítio são feitas as seguintes afirmações:

- I – Na reação (1), o número de oxidação do carbono diminui.
- II – Na reação (2), ocorre a oxidação do cobalto.
- III – Durante o uso da bateria, a reação que ocorre no ânodo é a reação (1).
- IV – Ao se carregar a bateria, usando um carregador ligado em uma tomada, a reação que ocorre pode ser representada por:



V – As baterias de íon-lítio não têm impacto ambiental e podem ser descartadas no lixo comum.

Estão corretas apenas as afirmações:

- a) I e II.
- b) II e III.
- c) III e IV.**
- d) IV e V.
- e) I e V.