

CONSTANTES

Constante de Avogadro	= $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Faraday (F)	= $9,65 \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ A} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ J} \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
Volume molar de gás ideal	= $22,4 \text{ L (CNTP)}$
Carga elementar	= $1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Constante dos gases (R)	= $8,21 \times 10^{-2} \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 62,4 \text{ mmHg} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
Constante gravitacional (g)	= $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

DEFINIÇÕES

Pressão de 1 atm = 760 mmHg = $101\,325 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} = 760 \text{ Torr}$

$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$; $1 \text{ pm} = 1 \times 10^{-12} \text{ m}$; $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$

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

Condições ambientes: 25°C e 1 atm

Condições-padrão: 25°C e 1 atm; concentração das soluções = $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (rigorosamente: atividade unitária das espécies); sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.

(s) = sólido. (ℓ) = líquido. (g) = gás. (aq) = aquoso. (CM) = circuito metálico. ($conc$) = concentrado.

(ua) = unidades arbitrárias. [A] = concentração da espécie química A em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

MASSAS MOLARES

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
H	1	1,01	Ti	22	47,87
B	5	10,81	Cr	24	52,00
C	6	12,01	Ni	28	58,69
N	7	14,01	Cu	29	63,55
O	8	16,00	Zn	30	65,38
F	9	19,00	As	33	74,92
Na	11	22,99	Se	34	78,96
Mg	12	24,31	Ag	47	107,90
Al	13	26,98	Sn	50	118,70
P	15	30,97	Te	52	127,60
S	16	32,07	I	53	126,90
Cl	17	35,45	Xe	54	131,30
Ar	18	39,95	Au	79	197,00
K	19	39,10	U	92	238,00

Questão 7. Assinale a opção que contém a base conjugada de OH^- .

- A () O^{2-} B () O^- C () O_2^- D () H_2O E () H^+

Questão 8. Assinale a opção que contém o número de oxidação do crômio no composto $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^+$.

- A () Zero B () +1 C () +2 D () +3 E () +4

Questão 9. Assinale a opção que apresenta o elemento químico com o número CORRETO de nêutrons.

- A () ${}^{19}_9\text{F}$ tem zero nêutrons. B () ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ tem 24 nêutrons.
C () ${}^{197}_{79}\text{Au}$ tem 79 nêutrons. D () ${}^{75}_{33}\text{As}$ tem 108 nêutrons.
E () ${}^{238}_{92}\text{U}$ tem 146 nêutrons.

Questão 10. A pressão de vapor de uma solução ideal contendo um soluto não-volátil dissolvido é diretamente proporcional à

- A () fração molar do soluto.
B () fração molar do solvente.
C () pressão osmótica do soluto.
D () molaridade, em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, do solvente.
E () molalidade, em $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$, do solvente.

Questão 11. Considere um mol de um gás que se comporta idealmente, contido em um cilindro indeformável provido de pistão de massa desprezível, que se move sem atrito. Com relação a este sistema, são feitas as seguintes afirmações:

- I. Se o gás for resfriado contra pressão externa constante, o sistema contrai-se.
II. Se pressão for exercida sobre o pistão, a velocidade média das moléculas do gás aumenta.
III. Se o sistema for aquecido a volume constante, a velocidade média das moléculas aumenta, independentemente da natureza do gás.
IV. A velocidade média das moléculas será maior se o gás for o xenônio e menor se for o argônio.

Das afirmações acima, está(ão) ERRADA(S) apenas

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

Questão 12. Considere três cubos maciços de 2 cm de aresta, constituídos, respectivamente, de Cr, Ni e Ti puros. Os três cubos são aquecidos até 80°C e cada cubo é introduzido em um béquer contendo 50 g de água a 10°C . Com base nas informações constantes da tabela abaixo, assinale a opção que apresenta a relação CORRETA entre as temperaturas dos cubos, quando o conteúdo de cada béquer atingir o equilíbrio térmico.

Substância	Massa específica ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	Calor específico ($\text{J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
H_2O	1,00	4,18
Ti	4,54	0,52
Cr	7,18	0,45
Ni	8,90	0,44

- A () $T_{\text{Cr}} > T_{\text{Ni}} > T_{\text{Ti}}$. B () $T_{\text{Ni}} = T_{\text{Ti}} > T_{\text{Cr}}$. C () $T_{\text{Ni}} > T_{\text{Cr}} > T_{\text{Ti}}$.
D () $T_{\text{Ti}} > T_{\text{Cr}} > T_{\text{Ni}}$. E () $T_{\text{Ti}} > T_{\text{Cr}} = T_{\text{Ni}}$.

Questão 13. Considere a reação química genérica $A \rightarrow B + C$. A concentração do reagente $[A]$ foi acompanhada ao longo do tempo, conforme apresentada na tabela que também registra os logaritmos neperianos (\ln) desses valores e os respectivos recíprocos ($1/[A]$).

t (s)	[A] ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	$\ln [A]$	$1/[A]$ ($\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$)
0	0,90	- 0,11	1,11
100	0,63	- 0,46	1,59
200	0,43	- 0,84	2,33
300	0,30	- 1,20	3,33
400	0,21	- 1,56	4,76
500	0,14	- 1,97	7,14
600	0,10	- 2,30	10,00

Assinale a opção que contém a constante de velocidade CORRETA desta reação.

- A** () $4 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ **B** () $4 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
C () $4 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ **D** () $4 \times 10^3 \text{ s}^{-1}$
E () $4 \times 10^3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

Questão 14. São feitas as seguintes comparações de valores de $\text{p}K_a$ de compostos orgânicos:

- I. $\text{p}K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) > \text{p}K_a(\text{ClCH}_2\text{COOH})$
 II. $\text{p}K_a(\text{F}_3\text{CCOOH}) > \text{p}K_a(\text{Cl}_3\text{CCOOH})$
 III. $\text{p}K_a(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHClCOOH}) > \text{p}K_a(\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{COOH})$

Das comparações acima, está(ão) CORRETA(S) apenas

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

Questão 15. São feitas as seguintes afirmações sobre o que Joule demonstrou em seus experimentos do século XIX:

- I. A relação entre calor e trabalho é fixa.
 II. Existe um equivalente mecânico do calor.
 III. O calor pode ser medido.

Das afirmações acima, está(ão) CORRETA(S) apenas

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

Questão 16. Joseph Black (1728-1799), médico, químico e físico escocês, conceituou o calor específico. Esta conceituação teve importantes aplicações práticas, dentre elas a máquina a vapor, desenvolvida pelo engenheiro escocês James Watt (1736-1819). Que componente do motor a vapor desenvolvido por Watt revolucionou seu uso e aplicação?

- A** () Boiler ou fervedor **B** () Bomba de recalque **C** () Caldeira
D () Condensador **E** () Turbina a vapor

Questão 17. Assinale a opção que contém a concentração (em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) de um íon genérico M^+ , quando se adiciona um composto iônico MX sólido até a saturação a uma solução aquosa $5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ em PX .

Dado $K_{\text{ps}(\text{MX})} = 5 \times 10^{-12}$.

- A** () $2,3 \times 10^{-6}$ **B** () $1,0 \times 10^{-7}$ **C** () $2,3 \times 10^{-8}$
D () $1,0 \times 10^{-9}$ **E** () $1,0 \times 10^{-10}$

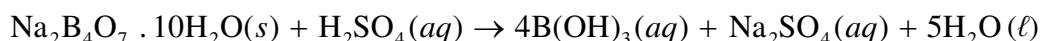
Questão 18. Considere os seguintes compostos:

I. álcoois II. aldeídos III. carbono particulado (negro de fumo) IV. cetonas

Dos componentes acima, é (são) produto(s) da combustão incompleta do n-octano com ar atmosférico apenas

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

Questão 19. Considere a reação do tetraborato de sódio:



Em relação ao produto da reação $\text{B}(\text{OH})_3$ são feitas as seguintes afirmações:

- I. $\text{B}(\text{OH})_3$ é um ácido de Brønsted – Lorry.
- II. $\text{B}(\text{OH})_3$ é uma base de Arrhenius.
- III. O produto da primeira ionização do $\text{B}(\text{OH})_3(aq)$ é o $\text{BO}(\text{OH})_2^-(aq)$.

Das afirmações acima, está(ão) CORRETA(S) apenas

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

Questão 20. Considere uma célula a combustível alcalina (hidrogênio-oxigênio) sobre a qual são feitas as seguintes afirmações:

- I. Sob condição de consumo de carga elétrica, a voltagem efetiva de serviço desse dispositivo eletroquímico é menor que a força eletromotriz da célula.
- II. O combustível (hidrogênio gasoso) é injetado no compartimento do anodo e um fluxo de oxigênio gasoso alimenta o catodo dessa célula eletroquímica.
- III. Sendo o potencial padrão dessa célula galvânica igual a $1,229 \text{ V}_{\text{EPH}}$ (volt na escala padrão do hidrogênio), a variação de energia livre de Gibbs padrão (ΔG°) da reação global do sistema redox atuante é igual a $-237,2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Das afirmações acima, está(ão) CORRETA(S) apenas

A () I. B () I, II e III. C () I e III. D () II. E () II e III.

AS QUESTÕES DISSERTATIVAS, NUMERADAS DE 21 A 30, DEVEM SER RESPONDIDAS NO CADERNO DE SOLUÇÕES.

AS QUESTÕES NUMÉRICAS DEVEM SER DESENVOLVIDAS ATÉ O FINAL, COM APRESENTAÇÃO DO VALOR ABSOLUTO DO RESULTADO.

Questão 21. O dióxido de potássio tem várias aplicações, entre as quais, a

- (a) produção de peróxido de hidrogênio (g) na presença de água.
- (b) conversão de dióxido de carbono (g) para oxigênio (g).
- (c) absorção de dióxido de carbono (g) na presença de H_2O com formação de oxigênio (g).

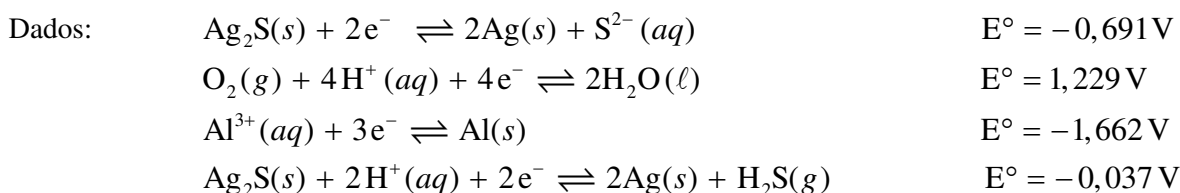
Apresente as equações químicas balanceadas que representam as reações descritas nos itens acima.

Questão 22. São descritos dois experimentos:

- I. Ovo cozido em água fervente teve sua casca quebrada, de modo que parte de sua clara permaneceu em contato com esta água, na qual a seguir foi também imerso um objeto polido de prata. Após um certo período de tempo, observou-se o escurecimento desse objeto, que foi retirado da água e lavado.
- II. Em um béquer, foi aquecida água até a fervura e adicionada uma colher das de sopa de cloreto de sódio. A seguir, esta solução foi transferida para um béquer revestido com papel alumínio. O objeto de prata utilizado no experimento I foi então imerso nesta solução e retirado após alguns minutos.

Em relação a esses experimentos:

- (a) apresente a equação global que representa a reação química ocorrida na superfície do objeto de prata no experimento I e calcule a diferença de potencial elétrico da reação química.
- (b) preveja a aparência do objeto de prata após a realização do segundo experimento.
- (c) apresente a equação global da reação química envolvida no experimento II e sua diferença de potencial elétrico.



Questão 23. Apresente as equações que representam as reações químicas de nitração do tolueno, na presença de ácido sulfúrico, levando a seus isômeros. Indique o percentual de ocorrência de cada isômero e seus respectivos estados físicos, nas condições-padrão.

Questão 24. Escreva a reação de combustão completa de um hidrocarboneto genérico ($\text{C}_\alpha\text{H}_\beta$) com ar atmosférico. Considere a presença do nitrogênio gasoso no balanço estequiométrico da reação e expresse os coeficientes estequiométricos dessa reação em função de α e β .

Questão 25. Em um processo de eletrodeposição, níquel metálico é eletrodepositado no catodo de uma célula eletrolítica e permanece coeso e aderido a esse eletrodo. Sabendo que a massa específica do níquel metálico ($\rho_{\text{Ni},25^\circ\text{C}}$) é igual a $8,9 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ e que a espessura total da camada eletrodepositada, medida no final do processo, foi de $2,0 \times 10^{-6} \text{ m}$, calcule a densidade de corrente aplicada (admitida constante), expressa em $\text{A} \cdot \text{m}^{-2}$, considerando nesse processo uma eficiência de corrente de eletrodeposição de 100% e um tempo de operação total de 900 s.

Questão 26. Água líquida neutra ($\text{pH} = 7,0$), inicialmente isenta de espécies químicas dissolvidas, é mantida em um recipiente de vidro aberto e em contato com a atmosfera ambiente sob temperatura constante. Admitindo-se que a pressão parcial do oxigênio atmosférico seja igual a 0,2 atm e sabendo-se que esse gás é solúvel em $\text{H}_2\text{O}(\ell)$ e que o sistema está em equilíbrio à temperatura de 25°C , pedem-se:

- (a) escrever a equação química balanceada da semirreação que representa o processo de redução de oxigênio gasoso em meio de água líquida neutra e aerada.
- (b) determinar o potencial de eletrodo (V_{EPH}), à temperatura de 25°C , da semirreação obtida no item (a), considerando as condições estabelecidas no enunciado desta questão.
- (c) determinar o valor numérico, expresso em $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, da variação de energia livre de Gibbs padrão (ΔG°) da semirreação eletroquímica do item (a).



Questão 27. Considere uma mistura gasosa constituída de C_3H_8 , CO e CH_4 . A combustão, em excesso de oxigênio, de 50 mL dessa mistura gasosa forneceu 70 mL de $CO_2(g)$. Determine o valor numérico do percentual de C_3H_8 na mistura gasosa.

Questão 28. O ácido nítrico reage com metais, podendo liberar os seguintes produtos: NO (que pode ser posteriormente oxidado na presença do ar), N_2O , NO_2 ou NH_3 (que reage posteriormente com HNO_3 , formando NH_4NO_3). A formação desses produtos depende da concentração do ácido, da natureza do metal e da temperatura da reação.

Escreva qual(is) dos produtos citados acima é(são) formado(s) nas seguintes condições:

- (a) $Zn(s) + HNO_3$ muito diluído (~2%)
- (b) $Zn(s) + HNO_3$ diluído (~10%)
- (c) $Zn(s) + HNO_3$ concentrado
- (d) $Sn(s) + HNO_3$ diluído
- (e) $Sn(s) + HNO_3$ concentrado

Questão 29. Considere os seguintes dados:

Entalpia de vaporização da água a 25 °C: $\Delta_{vap}H = 44 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

Massa específica da água a 25 °C: $\rho_{H_2O} = 1,0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

Temperaturas de ebulição a 1 bar:

$$T_{eb,H_2O} = 100^\circ\text{C}; T_{eb,H_2S} = -60^\circ\text{C}; T_{eb,H_2Se} = -41^\circ\text{C} \text{ e } T_{eb,H_2Te} = -2^\circ\text{C}$$

Com base nestas informações:

- (a) determine o valor numérico da energia liberada, em J, durante a precipitação pluviométrica de 20 mm de chuva sobre uma área de $(10 \times 10) \text{ km}^2$.
- (b) justifique, em termos moleculares, por que H_2O apresenta T_{eb} muito maior que outros calcogenetos de hidrogênio.
- (c) como se relaciona, em termos moleculares, a elevada T_{eb,H_2O} com a quantidade de energia liberada durante uma precipitação pluviométrica?

Questão 30. Velocidades iniciais (v_i) de decomposição de peróxido de hidrogênio foram determinadas em três experimentos (A, B e C), conduzidos na presença de $I^-(aq)$ sob as mesmas condições, mas com diferentes concentrações iniciais de peróxido ($[H_2O_2]_i$), de acordo com os dados abaixo:

Experimento	$[H_2O_2]_i$ ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	v_i ($10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)
A	0,750	2,745
B	0,500	1,830
C	0,250	0,915

Com base nestes dados, para a reação de decomposição do peróxido de hidrogênio:

- (a) escreva a equação estequiométrica que representa a reação.
- (b) indique a ordem desta reação.
- (c) escreva a lei de velocidade da reação.
- (d) determine o valor numérico da constante de velocidade, k.
- (e) indique a função do $I^-(aq)$ na reação.