

CONSTANTES

Constante de Avogadro (N_A)	=	$6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
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)	=	$9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
Constante de Planck (h)	=	$6,626 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$
Velocidade da luz no vácuo	=	$3,0 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

DEFINIÇÕES

Pressão de 1 atm = 760 mmHg = $101325 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ = 760 Torr = 1,01325 bar

$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$. $\ln 2 = 0,693$

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

Condições ambientes: 25°C e 1 atm

Condições padrão: 1 bar; 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. [X] = concentração da espécie química X 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	Cr	24	52,00
He	2	4,00	Mn	25	54,94
Li	3	6,94	Fe	26	55,85
C	6	12,01	Co	27	58,93
N	7	14,01	Cu	29	63,55
O	8	16,00	Zn	30	65,38
Na	11	22,99	Br	35	79,90
Mg	12	24,31	Ag	47	107,87
P	15	30,97	I	53	126,90
S	16	32,06	Pt	78	195,08
Cl	17	35,45	Hg	80	200,59
K	19	39,10	Pb	82	207,21
Ca	20	40,08			

Questão 1. Considerando condições ambientes, assinale a opção ERRADA.

- A () Em solução aquosa, Br^- é classificado como base de Brønsted-Lowry e de Lewis.
B () Em solução aquosa, NH_3 é classificada como base de Arrhenius, de Brønsted-Lowry e de Lewis.
C () Quando adicionado à água, KH(s) forma uma solução aquosa básica.
D () Quando LiCl(s) é adicionado à água, a solução permanece neutra.
E () Uma solução aquosa de CH_3OH a $0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ pode ser considerada essencialmente neutra.

Questão 2. Assinale a opção que apresenta o sal solúvel em água a 25°C .

- A () CaSO_4 B () PbCl_2 C () Ag_2CO_3
D () Hg_2Br_2 E () FeBr_3

Questão 3. A constante ebulioscópica da água é $0,51 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$. Dissolve-se em água 15,7 g de um composto solúvel, não volátil e não eletrólito, cuja massa molar é de $157 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$. Assinale a alternativa que corresponde à variação na temperatura de ebulição desta solução aquosa, em kelvin.

- A () 0,05 B () 0,20 C () 0,30 D () 0,40 E () 0,50

- I. Para reações bimoleculares, o fator pré-exponencial na equação de Arrhenius é proporcional à frequência de colisões, efetivas ou não, entre as moléculas dos reagentes.
- II. O fator exponencial na equação de Arrhenius é proporcional ao número de moléculas cuja energia cinética relativa é maior ou igual à energia de ativação da reação.
- III. Multiplicando-se o negativo da constante dos gases ($-R$) pelo coeficiente angular da reta $\ln k$ versus $1/T$ obtém-se o valor da energia de ativação da reação.
- IV. O fator pré-exponencial da equação de Arrhenius é determinado pela intersecção da reta $\ln k$ versus $1/T$ com o eixo das abscissas.

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

- I. 2-metil-pentano
- II. 3-metil-pentano
- III. 2,2-dimetil-butano
- IV. 2,3-dimetil-butano
- V. Hexano

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

A () O número de massa, A, de um isótopo é um número inteiro positivo adimensional que corresponde à soma do número de prótons e de nêutrons no núcleo daquele isótopo.

B () Massa atômica refere-se à massa de um único átomo, e é invariante para átomos de um mesmo isótopo. Quando medida em unidades padrão de massa atômica, ela nunca é um número inteiro exceto para o átomo de ^{12}C .

C () A soma do número de prótons e nêutrons em qualquer amostra de matéria cuja massa é exatamente 1 g vale exatamente 1 mol.

D () A massa molar de um dado elemento químico pode variar em diferentes pontos do sistema solar.

E () Multiplicando-se a unidade padrão de massa atômica pela constante de Avogadro, obtém-se exatamente $1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

$$\text{H}_2(\text{g}, 1\text{bar}) + 2\text{AgBr}(\text{s}) \rightarrow 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{Br}^-(\text{aq}) + 2\text{Ag}(\text{s}).$$

A () $(X-Y)/0,059$. **B** () $(Y-X)/0,059$. **C** () $(X-Y)/0,118$.
D () $(Y-X)/0,118$. **E** () $2(X-Y)/0,059$.

Questão 8. Uma amostra de 4,4 g de um gás ocupa um volume de 3,1 L a 10 °C e 566 mmHg. Assinale a alternativa que apresenta a razão entre as massas específicas deste gás e a do hidrogênio gasoso nas mesmas condições de pressão e temperatura.

- A () 2,2 B () 4,4 C () 10 D () 22 E () 44

Questão 9. No estado padrão, é de 0,240 V o potencial da pilha cuja reação pode ser descrita pela seguinte equação química:



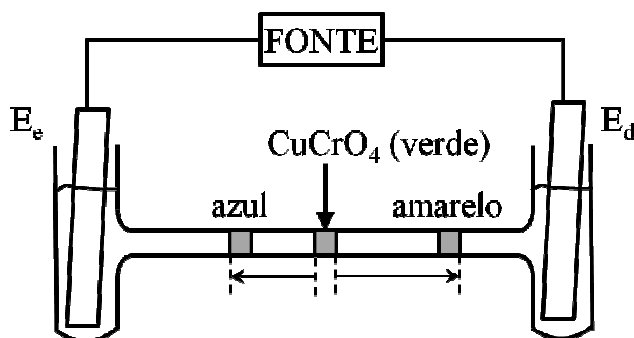
Assinale a alternativa que apresenta o valor da energia livre padrão da reação, em $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

- A () -11,6 B () -23,2 C () -34,8 D () -46,3 E () -69,5

Questão 10. Quantidades iguais de $\text{H}_2(\text{g})$ e $\text{I}_2(\text{g})$ foram colocadas em um frasco, com todo o sistema à temperatura T, resultando na pressão total de 1 bar. Verificou-se que houve a produção de $\text{HI}(\text{g})$, cuja pressão parcial foi de 22,8 kPa. Assinale a alternativa que apresenta o valor que mais se aproxima do valor CORRETO da constante de equilíbrio desta reação.

- A () 0,295 B () 0,350 C () 0,490 D () 0,590 E () 0,700

Questão 11. Considere uma célula eletrolítica na forma de um tubo em H, preenchido com solução aquosa de NaNO_3 e tendo eletrodos inertes mergulhados em cada ramo vertical do tubo e conectados a uma fonte externa. Num determinado instante, injeta-se uma solução aquosa de CuCrO_4 verde na parte central do ramo horizontal do tubo. Após algum tempo de eletrólise, observa-se uma mancha azul e uma amarela, separadas (em escala) de acordo com o esquema da figura.



Com base nas informações do enunciado e da figura, assinale a opção ERRADA.

- A () O eletrodo E_e corresponde ao anodo.
 B () Há liberação de gás no E_d .
 C () Há liberação de H_2 no E_e .
 D () O íon cromato tem velocidade de migração maior que o íon cobre.
 E () O pH da solução em torno do E_d diminui.

Questão 12. Considere que 20 g de tiosulfato de potássio com pureza de 95% reagem com ácido clorídrico em excesso, formando 3,2 g de um sólido de coloração amarela. Assinale a alternativa que melhor representa o rendimento desta reação.

- A () 100% B () 95% C () 80% D () 70% E () 65%

Questão 13. Considere as entalpias padrão de formação dos seguintes compostos:

	$\text{CH}_4(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
$\Delta H_f^\circ / \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	-74,81	zero	-393,51	-285,83

Sabendo que a capacidade calorífica da água, à pressão constante, vale $75,9 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$ e que sua entalpia de vaporização é igual a $40,66 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, assinale a alternativa que melhor corresponda ao número de mols de metano necessários para vaporizar 1 L de água pura, cuja temperatura inicial é 25 °C, ao nível do mar.

- A () 1,0 B () 2,0 C () 2,9 D () 3,8 E () 4,7

Questão 14. Sabendo que a função trabalho do zinco metálico é $5,82 \times 10^{-19}$ J, assinale a opção que apresenta a energia cinética máxima, em joules, de um dos elétrons emitidos, quando luz de comprimento de onda igual a 140 nm atinge a superfície do zinco.

A () $14,2 \times 10^{-18}$

B () $8,4 \times 10^{-18}$

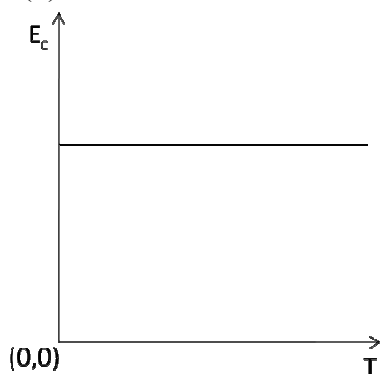
C $14,2 \times 10^{-19}$

D () $8,4 \times 10^{-19}$

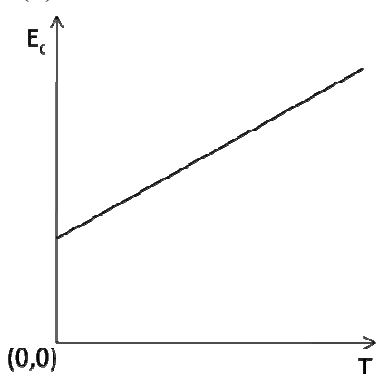
E () $14,2 \times 10^{-20}$

Questão 15. Considerando um gás monoatômico ideal, assinale a opção que contém o gráfico que melhor representa como a energia cinética média (E_c) das partículas que compõem este gás varia em função da temperatura absoluta (T) deste gás.

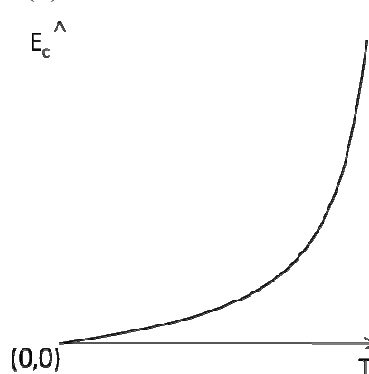
A ()



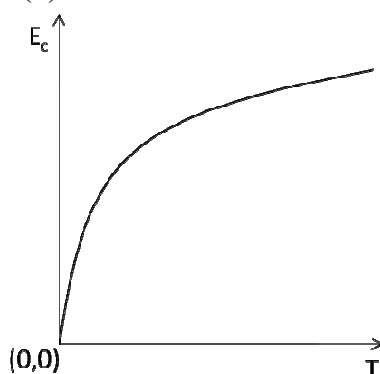
B ()



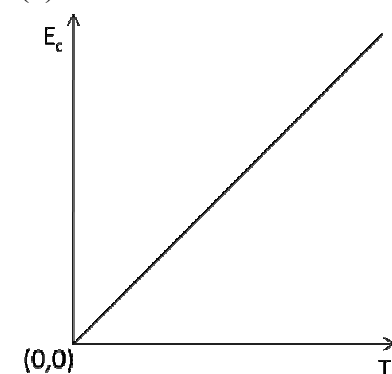
C ()



D ()



E ()



Questão 16. Considere a expansão de um gás ideal inicialmente contido em um recipiente de 1 L sob pressão de 10 atm. O processo de expansão pode ser realizado de duas maneiras diferentes, ambas à temperatura constante:

- I. Expansão em uma etapa, contra a pressão externa constante de 1 atm, levando o volume final do recipiente a 10 L.
- II. Expansão em duas etapas: na primeira, o gás expande contra a pressão externa constante de 5 atm até atingir um volume de 2 L; na segunda etapa, o gás expande contra uma pressão constante de 1 atm atingindo o volume final de 10 L.

Com base nestas informações, assinale a proposição CORRETA.

A () O trabalho realizado pelo gás é igual nos dois processos de expansão.

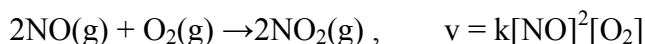
B () O trabalho realizado no primeiro processo é metade do trabalho realizado no segundo processo.

C () A variação da energia interna do gás é igual em ambos os processos.

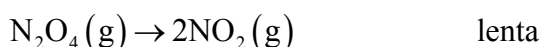
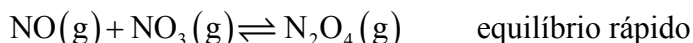
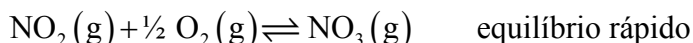
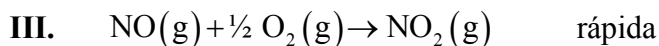
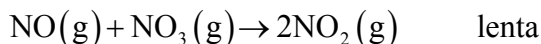
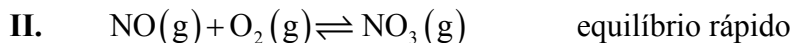
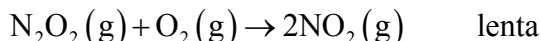
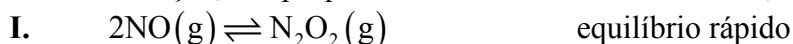
D () A variação da energia interna do gás no primeiro processo é metade da do segundo processo.

E () O calor trocado pelo gás é igual em ambos os processos.

Questão 17. Considere a seguinte reação química e a respectiva lei de velocidade experimental:



Para esta reação, são propostos os mecanismos reacionais I, II e III com suas etapas elementares de reação:



Dos mecanismos propostos, são consistentes com a lei de velocidade observada experimentalmente

A () apenas I.

B () apenas I e II.

C () apenas II.

D () apenas II e III.

E () apenas III.

Questão 18. Uma reação hipotética de decomposição de uma substância gasosa catalisada em superfície metálica tem lei de velocidade de ordem zero, com uma constante de velocidade (k) igual a $10^{-3} \text{ atm}\cdot\text{s}^{-1}$. Sabendo que a pressão inicial do reagente é igual a 0,6 atm, assinale a opção que apresenta o tempo necessário, em segundos, para que um terço do reagente se decomponha.

A () 0,00001

B () 200

C () 400

D () 600

E () 693

Questão 19. Duas placas de platina são conectadas a um potenciostato e imersas em um béquer contendo uma solução aquosa de sulfato de cobre. Entre estas duas placas ocorre a passagem de corrente elétrica. Após certo tempo foi verificado que a cor azul, inicialmente presente na solução, desapareceu e que houve a liberação de um gás em uma das placas de platina. A solução, agora totalmente incolor, contém

A () hidróxido de cobre.

B () sulfato de platina.

C () hidróxido de platina.

D () ácido sulfúrico.

E () apenas água.

Questão 20. A energia do estado fundamental do átomo de hidrogênio é $-13,6 \text{ eV}$. Considerando todas as espécies químicas no estado gasoso e em seu estado eletrônico fundamental, é CORRETO afirmar que o valor absoluto

A () da energia do orbital 1s do átomo de hélio é menor que $13,6 \text{ eV}$.

B () da energia da molécula de H_2 , no seu estado de mínima energia, é menor do que o valor absoluto da soma das energias de dois átomos de hidrogênio infinitamente separados.

C () da afinidade eletrônica do átomo de hidrogênio é igual a $13,6 \text{ eV}$.

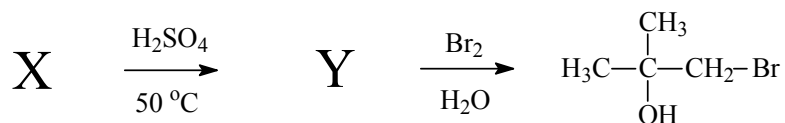
D () da soma das energias de dois átomos de deutério, infinitamente separados, é maior do que o valor absoluto da soma das energias de dois átomos de hidrogênio infinitamente separados.

E () da energia do íon He^+ é igual ao valor absoluto da soma das energias de dois átomos de hidrogênio infinitamente separados.

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

AS QUESTÕES NUMÉRICAS DEVEM SER DESENVOLVIDAS SEQUENCIALMENTE ATÉ O FINAL.

Questão 21. Considere a rota de síntese do 1-bromo-2-metil-2-propanol mostrada abaixo:



- Escreva a fórmula estrutural do composto orgânico X.
- Escreva a fórmula estrutural do composto orgânico Y.
- Escreva a fórmula estrutural do composto orgânico que seria formado se, ao invés de água, o solvente utilizado na última reação química fosse o metanol.

Questão 22. Reações de Grignard são geralmente realizadas utilizando éter dietílico anidro como solvente.

- Escreva a fórmula estrutural do reagente de Grignard cuja reação com gás carbônico e posterior hidrólise produz ácido di-metil-propanóico.
- Por que o solvente utilizado em reações de Grignard deve ser anidro? Escreva uma equação química para justificar sua resposta.

Questão 23. Sabendo que o produto de solubilidade do calomelano (cloreto de mercúrio I) é $K_{ps} = 2,6 \times 10^{-18}$ e que seu logaritmo natural é $\ln(K_{ps}) = -40,5$, determine:

- a concentração, em $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, de Hg_2^{2+} e de Cl^- numa solução aquosa saturada de calomelano.
- o potencial padrão de um eletrodo de calomelano.

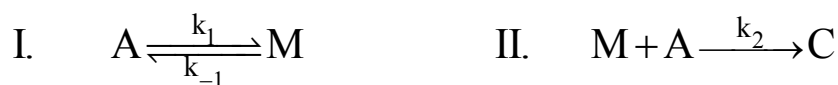
Questão 24. Dadas as informações:

- O poder calorífico de um combustível representa a quantidade de calor gerada na combustão por unidade de massa.
- O poder calorífico do $\text{H}_2(\text{g})$ é aproximadamente 3 vezes o da gasolina.
- O calor latente de ebulição do $\text{H}_2(\ell)$ é desprezível frente ao poder calorífico do $\text{H}_2(\text{g})$.
- A massa específica do $\text{H}_2(\ell)$ é de $0,071\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ e a da gasolina é de $0,740\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

Com base nestas informações, determine o valor numérico:

- da massa de 45 L de gasolina.
- do volume de $\text{H}_2(\ell)$ que, ao sofrer combustão, fornece a mesma quantidade de calor liberada na combustão de 45 L de gasolina.
- do volume que o H_2 ocuparia se estivesse na forma de gás, à pressão de 1 bar e a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Questão 25. Dado o seguinte mecanismo reacional, constituído de duas etapas elementares (I e II).



Escreva a expressão para a taxa de variação temporal da concentração do:

- reagente A.
- intermediário M.
- produto C.

Questão 26. No diagrama de fases da água pura, o ponto triplo ocorre à temperatura absoluta de 273,16 K e à pressão de 0,006037 atm. A temperatura de ebulição da água à pressão de 1 atm é 373,15 K. A temperatura crítica da água pura é de 647,096 K e sua pressão crítica é de 217,7 atm.

- a) Esboce o diagrama de fases da água pura e indique neste diagrama o ponto triplo, o ponto de ebulição a 1 atm e o ponto crítico. No mesmo diagrama, usando linhas tracejadas, desenhe as curvas de equilíbrio sólido-líquido e líquido-gás quando se dissolve na água pura um soluto não volátil e não solúvel na fase sólida.
- b) Esboce o diagrama de fases de uma substância que sublima à pressão ambiente, cuja temperatura crítica seja 216,6 K e cuja fase sólida seja mais densa do que a fase líquida.

Questão 27. A saliva humana pode ser considerada uma solução tampão. Cite quais espécies químicas inorgânicas compõem este tampão e explique como elas atuam.

Questão 28. A toda reação química corresponde uma variação de energia interna, ΔU , e uma variação de entalpia, ΔH . Explique em que condições ΔU tem valor igual ao de ΔH .

Questão 29. Uma amostra de 50 g de iodeto de potássio, com pureza de 83%, reage com ácido sulfúrico e dióxido de manganês. O iodo liberado nesta reação reage com fósforo vermelho e o composto resultante sofre hidrólise. Sabendo que o rendimento da primeira reação é de 80%:

- a) calcule a massa de iodo produzida na primeira reação química.
- b) escreva a equação química balanceada para a primeira reação química.
- c) escreva a equação química balanceada para a segunda reação química.
- d) escreva a equação química balanceada para a terceira reação química.

Questão 30. O ácido hipocloroso sofre, em solução aquosa, três diferentes processos de transformação que ocorrem de forma independente. Escreva as equações balanceadas que representam as reações químicas que ocorrem nas seguintes condições:

- a) sob a ação da luz solar direta ou em presença de sais de cobalto como catalisador.
- b) reação ocorrendo na presença de CaCl_2 como substância desidratante.
- c) sob ação de calor.