

NÚCLEO OLÍMPICO DE INCENTIVO AO CONHECIMENTO

OLIMPIÁDA BRASILEIRA ONLINE DE QUÍMICA

2025 FASE I

Caderno de Problemas

Tabela Periódica com massas atômicas relativas

1 H 1.008																	18 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc -	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57-71 La 138.9	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103 Ac -	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -

57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -

Constantes consideradas

Volume molar do gás ideal: 22,4 L (CNTP)

Constante dos gases: $0,0821 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 8,3145 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

1 atm = 1,01325 bar = $1,01325 \times 10^5 \text{ Pa}$ = 760 torr

Massa do elétron: $9,109 \times 10^{-31} \text{ Kg}$

Constante de Planck: $6,626 \times 10^{-34} \text{ J/s}$

1 eV = $1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$

Nome:

Instruções

- Este caderno apresenta 9 páginas, incluindo capa, enunciado para problemas objetivos e créditos para a equipe responsável pela prova.
- A prova possui 20 questões objetivas, cada uma com pontuação, se correta, de 1 ponto. Assim, a pontuação máxima é 20 pontos.
- É permitido o uso de calculadora científica **não programável**. Utilize caneta azul ou preta para marcar o gabarito.
- Esta prova tem duração de 90 minutos.

BOA PROVA!

QUESTÕES DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Questão 1. A constante de velocidade de uma reação dobra quando a temperatura aumenta de 27 °C para 37 °C. Qual é a energia de ativação aproximada (E_a) para esta reação? (Considere $R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ e $\ln(2) \approx 0,693$)

- a) 22 kJ/mol
- b) 35 kJ/mol
- c) 53 kJ/mol
- d) 70 kJ/mol

Questão 2. Considere o seguinte diagrama de Latimer para o cloro em meio ácido: $\text{ClO}_4^- \xrightarrow{+1,20\text{V}}$
 $\text{ClO}_3^- \xrightarrow{+1,18\text{V}} \text{HClO}_2 \xrightarrow{+1,70\text{V}} \text{HClO} \xrightarrow{+1,63\text{V}} \text{Cl}_2 \xrightarrow{+1,36\text{V}} \text{Cl}^-$ Qual o potencial padrão (E°) para a redução de ClO_3^- a HClO ?

- a) +1,21 V
- b) +1,44 V
- c) +1,52 V
- d) +2,38 V

Questão 3. O produto de solubilidade (K_{ps}) do hidróxido de magnésio, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, é $5,6 \times 10^{-12}$ a 25 °C. Qual é a solubilidade molar de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ em água pura?

- a) $1,1 \times 10^{-4} \text{ M}$
- b) $1,4 \times 10^{-4} \text{ M}$
- c) $1,8 \times 10^{-6} \text{ M}$
- d) $2,4 \times 10^{-6} \text{ M}$

Questão 4. Um ácido fraco HA 0,100 M tem um grau de ionização (α) de 1,34%. Qual é a constante de acidez (K_a) deste ácido?

- a) $1,8 \times 10^{-5}$
- b) $1,8 \times 10^{-4}$
- c) $1,3 \times 10^{-3}$
- d) $1,3 \times 10^{-2}$

Questão 5. Na titulação de um ácido fraco (HA) com uma base forte (NaOH), o pH no ponto de meia-equivalência é igual a:

- a) pK_a do HA
- b) 7,00
- c) pK_b da base conjugada A^-
- d) $14,00 - pK_b$ da base conjugada A^-

Questão 6. De acordo com o modelo atômico de Bohr para o átomo de hidrogênio, qual das seguintes afirmações é CORRETA?

- a) O elétron pode ocupar qualquer órbita ao redor do núcleo, desde que sua energia seja quantizada.
- b) Quando um elétron salta de uma órbita mais externa para uma mais interna, ele absorve um fóton de energia específica.
- c) A energia do elétron em uma órbita permitida é inversamente proporcional ao quadrado do número quântico principal (n).
- d) O modelo de Bohr explica com precisão os espectros de emissão de todos os átomos multieletrônicos.

Questão 7. Na reação $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ temos variação $\Delta U = 1800 \text{ kJ mol}^{-1}$ a uma temperatura de 27°C . Calcule a variação de entalpia (ΔH) nessa reação, a partir dos dados informados (considere $R = 8,3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$).

- a) 1800 kJ/mol
- b) $1900,5 \text{ kJ/mol}$
- c) $1802,5 \text{ kJ/mol}$
- d) $1902,5 \text{ kJ/mol}$

Questão 8. Considere a seguinte reação em uma membrana semipermeável: $\text{CaCl}_2 \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^-$. A uma temperatura de 25°C com concentração do soluto sendo $0,2 \text{ mol L}^{-1}$ e grau de dissociação de aproximados 100 %. Indique a pressão osmótica ($R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$).

- a) 14,66 atm
- b) 1,23 atm
- c) 9,77 atm
- d) 29,32 atm

Questão 9. Analise a reação química balanceada abaixo, junto dos valores de concentração dos reagentes e velocidades dispostas na tabela. $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \longrightarrow \text{NO}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$

Concentração Inicial de NO_2 (mol L^{-1})	Concentração Inicial de CO (mol L^{-1})	Velocidade Inicial ($\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$)
0,6	0,2	$1,94 \times 10^{-1}$
1,2	0,2	$7,78 \times 10^{-1}$
0,6	0,4	$1,94 \times 10^{-1}$

Marque a alternativa que contém a ordem da reação, e os valores de a e b na fórmula de velocidade da reação: $v = k[\text{NO}_2]^a[\text{CO}]^b$.

- a) Ordem dois, devido a=1 e b=1
- b) Ordem um, devido a=1 e b=0
- c) Ordem dois, devido a=2 e b=0
- d) Ordem zero, devido a=0 e b=0

Questão 10. A partir da reação a seguir, dê a constante do equilíbrio químico gasoso relacionada: $\text{Ni}(\text{s}) + 4\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{CO})_4(\text{g})$

- a) $K = [\text{Ni}(\text{CO})_4]/([\text{Ni}][\text{CO}]^4)$
- b) $K = P_{\text{Ni}(\text{CO})_4}/(P_{\text{CO}})^4$
- c) $K = P_{\text{Ni}(\text{CO})_4}/(P_{\text{Ni}}(P_{\text{CO}})^4)$
- d) $K = [\text{Ni}(\text{CO})_4]/([\text{Ni}][4\text{CO}])$

Questão 11. O potássio-40 (K-40) é um isótopo radioativo com meia-vida de $1,25 \times 10^9$ anos, e representa 0,012% do potássio natural. Ele decai por dois processos principais:

- 89,14% por emissão beta (β^-) formando Ca-40, com constante de decaimento $\lambda_b = 4,962 \times 10^{-10} \text{ ano}^{-1}$;
- 10,86% por captura eletrônica (EC) formando Ar-40, com constante de decaimento $\lambda_e = 0,581 \times 10^{-10} \text{ ano}^{-1}$.

Suponha que, ao se formar, a rocha não tinha nenhum argônio-40 (Ar-40), e permaneceu como sistema fechado desde então. Uma amostra de 1 kg de rocha vulcânica apresentou:

- 0,14 kg de potássio total, e
- $7,638 \times 10^{-4}$ mg de Ar-40 acumulado.

Sabendo que apenas K-40 contribui para a formação de Ar-40 via decaimento, estime a idade da amostra, em bilhões de anos (Ga). Qual é a idade estimada da amostra?

- a) 0,00035 Ga
- b) 0,00077 Ga
- c) 0,0012 Ga
- d) 0,0019 Ga

Questão 12. Uma solução aquosa de dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) $0,050 \text{ mol L}^{-1}$ foi utilizada para oxidar íons cloreto (Cl^-) em meio ácido, resultando na formação de gás cloro (Cl_2), entre outros produtos. Se foram coletados 1,68 L de gás cloro, medidos nas CNTP (Condições Normais de Temperatura e Pressão, onde o volume molar de um gás ideal é $22,4 \text{ L/mol}$), qual foi o volume da solução de dicromato de potássio utilizado na reação?

- a) 250 mL
- b) 500 mL
- c) 750 mL
- d) 1000 mL

Questão 13. Calcule o pH de uma solução aquosa de acetato de amônio ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ a 25°C . Dados: $pK_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,75$; $pK_a(\text{NH}_4^+) = 9,25$.

- a) 4,75
- b) 7,00
- c) 9,25
- d) 2,25

Questão 14. Considere a reação de síntese da amônia em fase gasosa a 298 K: $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$ Dados termodinâmicos a 298 K:

Substância	$\Delta H_f^\circ (\text{kJ/mol})$	$S^\circ (\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1})$
$\text{N}_2(\text{g})$	0	191,6
$\text{H}_2(\text{g})$	0	130,7
$\text{NH}_3(\text{g})$	-46,1	192,8

Calcule a constante de equilíbrio (K_p) para esta reação a 298 K. (Considere $R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$)

- a) $5,8 \times 10^5$
- b) $6,9 \times 10^{-6}$
- c) $1,5 \times 10^2$
- d) $4,1 \times 10^8$

Questão 15. O fluoreto de chumbo(II) (PbF_2) é um sal pouco solúvel com produto de solubilidade $K_{ps} = 3,6 \times 10^{-8}$ a 25 °C. Calcule a solubilidade molar do PbF_2 em uma solução preparada pela dissolução de 0,500 g de fluoreto de sódio (NaF , Massa Molar = 42,0 g/mol) em 500,0 mL de água.

- a) $6,4 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$
- b) $2,1 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$
- c) $1,5 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$
- d) $2,5 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$

Questão 16. Com base na Teoria do Orbital Molecular, ordene as espécies NO , NO^+ e NO^- em ordem crescente de distância de ligação N-O.

- a) $\text{NO}^+ < \text{NO} < \text{NO}^-$
- b) $\text{NO}^- < \text{NO} < \text{NO}^+$
- c) $\text{NO} < \text{NO}^+ < \text{NO}^-$
- d) $\text{NO}^+ < \text{NO}^- < \text{NO}$

Questão 17. Calcule o pH de uma solução de ácido fosfórico (H_3PO_4) $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ a 25 °C. Dados: $pK_{a1} = 2,15$; $pK_{a2} = 7,20$; $pK_{a3} = 12,35$.

- a) 1,57
- b) 1,63
- c) 2,15
- d) 4,10

Questão 18. O metal cobre reage com ácido nítrico concentrado produzindo um gás, um sal e água. Qual é a soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros para a reação balanceada?

- a) 9
- b) 10
- c) 11
- d) 12

Questão 19. Para a reação $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$, a constante de equilíbrio $K_c = 0,040$ a $250\text{ }^\circ\text{C}$. Se $0,20\text{ mol}$ de PCl_5 são colocados em um recipiente de $1,0\text{ L}$ e aquecidos a $250\text{ }^\circ\text{C}$, qual será a concentração de Cl_2 no equilíbrio?

- a) $0,040\text{ M}$
- b) $0,062\text{ M}$
- c) $0,080\text{ M}$
- d) $0,12\text{ M}$

Questão 20. Durante a eletrólise de uma solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl) utilizando eletrodos inertes, quais são os produtos formados no cátodo e no ânodo, respectivamente?

- a) $\text{Na}(\text{s})$ e $\text{Cl}_2(\text{g})$
- b) $\text{H}_2(\text{g})$ e $\text{Cl}_2(\text{g})$
- c) $\text{Na}(\text{s})$ e $\text{O}_2(\text{g})$
- d) $\text{H}_2(\text{g})$ e $\text{O}_2(\text{g})$

EQUIPE RESPONSÁVEL PELA PROVA

- Artur Galiza (Coordenador e escritor).
- Gabriel Renato (escritor).