

NÚCLEO OLÍMPICO DE INCENTIVO AO CONHECIMENTO
OLIMPÍADA BRASILEIRA ONLINE DE QUÍMICA

2024 – FASE 2 - Nível 2

Caderno de Problemas

Tabela Periódica com massas atômicas relativas

1																	18
1 H 1.008																	2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											13 B 10.81	14 C 12.01	15 N 14.01	16 O 16.00	17 F 19.00	18 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	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	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: $22,4L$ (CNTP)

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

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

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

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

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

Nome:

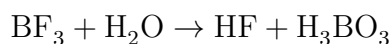
Instruções

- Este caderno apresenta 12 páginas, incluindo capa, enunciado para problemas objetivos, gabarito, rascunhos e créditos para a equipe responsável pela prova.
- A prova possui 6 questões subjetivas, cada uma valendo, se correta, 10 pontos. Assim, a pontuação máxima é 60 pontos. A nota final será expressa pela razão referente a porcentagem de acerto multiplicado por 100.
- É permitido o uso de calculadora científica **não programável**. Utilize caneta azul ou preta para marcar o gabarito.
- Esta prova tem duração de 2 horas.

BOA PROVA!

QUESTÕES DISSERTATIVAS**QUESTÃO 1**

Uma substância pode ser considerada um ácido ou uma base dependendo do seu comportamento em determinadas circunstâncias, variando conforme a teoria ácido-base em questão. Nesse contexto, temos a seguir a apresentação de uma reação ácido-base não balanceada:



A partir das reações, responda o que se pede:

Dados:

- $MM_B = 10,8$
- $MM_H = 1$
- $MM_F = 19$
- $MM_O = 16$

- a) [1,0] Indique o ácido e a base da reação e também qual teoria ácido-base melhor se enquadra nela.
- b) [2,0] Durante os experimentos no laboratório, é comum o uso e a diluição de ácidos fortes, como o ácido sulfúrico, havendo, assim, a mistura do ácido com a água, os quais devem ser adicionados em uma sequência exata em prol da segurança. Com isso, diga qual seria a sequência correta e justifique esse procedimento.
- c) [4,0] Após balancear a equação, calcule o volume (em mililitros) formado de ácido fluorídrico a partir de 135,6 g de trifluoreto de boro, com rendimento total da reação de 80%. Dados: $d(\text{HF}) = 1,25 \text{ g/cm}^3$.
- d) [3,0] Indique qual a geometria molecular do ácido bórico e o estado de oxidação do átomo central.

QUESTÃO 2

O óxido de cálcio, também conhecido como cal virgem, é um composto muito utilizado em diversas aplicações, como a elaboração de argamassas e preparação de processos de pinturas em construções. O óxido de cálcio pode ser obtido da decomposição térmica do carbonato de cálcio, o calcário, como mostra a reação a seguir:



A partir desta reação, responda às perguntas a seguir:

Dados:

- $MM_{Ca} = 40$
- $MM_C = 12$
- $MM_O = 16$
- Densidade da água = $1,0 \text{ g/cm}^3$.
- Constante ebulioscópica da água = $0,52^\circ\text{C.kg/mol}$

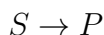
	$\Delta_f H(\text{kJ/mol})$
$CaO_{(s)}$	- 636
$H_2O_{(l)}$	- 286
$Ca^{2+}_{(aq)}$	- 543
$H^+_{(aq)}$	0

a) [3.0] Calcule o ponto de ebulição de uma solução após dissolvermos 200 gramas de carbonato de cálcio em 1 litro de água.

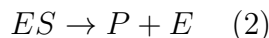
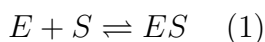
b) [7.0] 200 gramas de carbonato de cálcio foram utilizadas para formar óxido de cálcio. O composto formado reagiu com ácido clorídrico. Escreva a última equação (na forma iônica) balanceada e calcule a variação de entalpia padrão deste processo.

QUESTÃO 3

Veja a conversão de um substrato S em um produto P :



Sabendo que ela é mediada por uma determinada enzima, veja um provável mecanismo da reação (conforme proposto por Michaelis e Menten para a cinética enzimática):



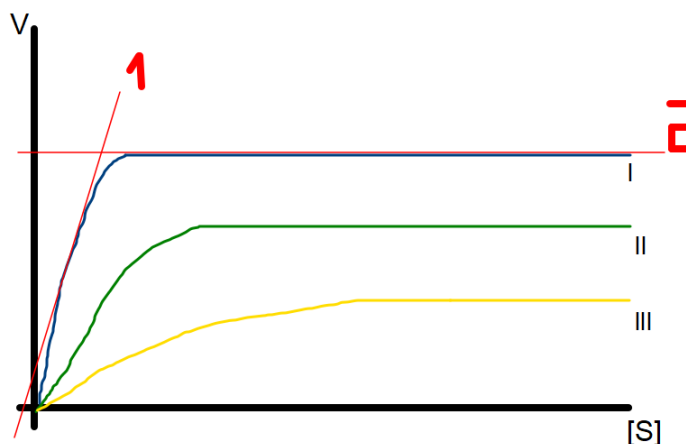
Considere as seguintes relações:

- $[E] = [E]_0 - [ES]$; onde $[E]_0$ representa a versão inicial (com total quantidade) de E .
- $K_M = \frac{(K_{-1})+(K_2)}{(K_1)}$; aonde K_M representa a constante de Michaelis-Menten, K_1 a constante da reação 1, K_{-1} a constante da reação inversa de 1 e K_2 a constante da reação 2.
- Considere que a velocidade máxima será expressa quando todo o substrato tiver sido convertido no complexo substrato-enzima.

a) [2,0] As espécies E e ES possuem, respectivamente, qual papel no mecanismo? (pense no aspecto químico)

b) [4,0] Utilizando métodos matemáticos adequados (estado estacionário e/ou pré-equilíbrio), encontre a velocidade final, V_P , a qual representa a produção do produto P (utilize na expressão final a velocidade máxima de produção, $V_{P_{max}}$):

Observando o gráfico abaixo:

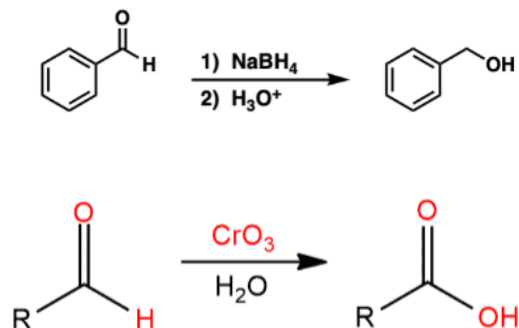


c) [2,0] Diga e justifique qual são as ordens de reação representadas, respectivamente, pelas retas 1 e 2:

d) [2,0] Sabendo que as curvas I , II e III representam diferentes reações enzimáticas entre um mesmo substrato com diferentes enzimas, expresse elas em uma sequência crescente de afinidade enzimática, no processo justifique tal organização:

QUESTÃO 4

Na química orgânica é muito comum o uso de reações redox para se construir fragmentos de moléculas. Sobre as reações a seguir, responda às seguintes perguntas:



Dados:

- $MM_{Cr} = 52$
- $MM_H = 1$
- $MM_S = 32$
- $MM_O = 16$

- a)[0,5] Dê as funções orgânicas presentes no reagente e produto da reação que usa $NaBH_4$
- b)[1,0] Quem é o agente redutor e oxidante em cada reação?
- c)[1,5] O reagente CrO_3 na verdade em meio ácido se torna X após uma reação de hidratação e Y após um reação de condensação de X. Escreva a fórmula de X e Y.
- d)[2,0] A mistura reacional $CrO_3 + H_2SO_4$, já foi usado como um modelo de bafômetro. Apresente a reação molecular balanceada entre o etanol e a mistura reacional $CrO_3 + H_2SO_4$.
- e) [5,0] O procedimento presente no bafômetro se baseia na análise espectroscópica da solução após o sopro. Um adulto foi testado e assoprou 1L de ar no bafômetro que continha $CrO_3 + H_2SO_4$. A solução final apresentou uma absorvância de 0,301. Sabendo que só a espécie de cromo gerada como produto absorve naquele determinado experimento, calcule a porcentagem de álcool em g/L de sangue no adulto, tendo em vista que o recipiente que continha a solução com $CrO_3 + H_2SO_4$ que recebeu o ar expirado possuía 5ml de volume de solução e que esse volume permaneceu constante após absorver o ar expirado.

Considere:

- 1ml de sangue contém a mesma quantidade de etanol que 2100ml de ar expirado.
- Absorvância = $\epsilon \cdot [X] \cdot l$
- $\epsilon = 3500 L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$
- $l = 1cm$.
- Todo ar expirado reagiu com a solução do bafômetro.

QUESTÃO 5

Os meteoritos são detritos sólidos que se originam de outros corpos celestes e sobrevivem a passagem da atmosfera, conseguindo chegar na superfície, de maneira que são constituídos por inúmeros metais. Nesse contexto, um geólogo foi chamado para estudar um meteorito que havia caído recentemente, previamente ele descobriu que havia em seu interior mercúrio e no exterior poderia haver cobre, cádmio ou platina, sendo necessário uma análise laboratorial para ser determinado com exatidão.

Dados:

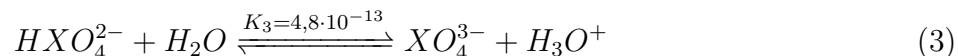
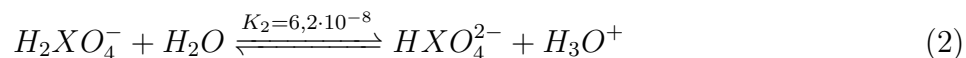
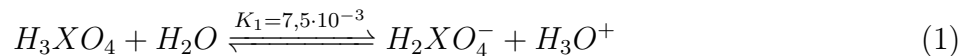
	Cobre (Z=29)	Cádmio(Z=48)	Cromo (Z=24)
ϕ	4,7 eV	4,07 eV	3,37 eV
Raio	145 pm	161 pm	166 pm

- Velocidade da luz: $2,998 \cdot 10^8 m/s$
- $\pi = 3,1416$
- Massa do elétron: $9,109 \cdot 10^{-31} Kg$
- Constante de Planck: $6,626 \cdot 10^{-34} J/s$
- $1eV = 1,602 \cdot 10^{-19} J$

- a) [1,0] Escreva a distribuição eletrônica dos possíveis metais que possam constituir a porção externa do meteorito. Caso haja algum que rompa com o princípio de aufbau, explique-o.
- b) [4,0] Escreva a distribuição eletrônica do mercúrio e use-a para explicar o motivo dele ser líquido a temperatura ambiente (lembre-se de citar o nome do efeito responsável por esse estado físico)
- c) [2,0] Para determinar o metal exato que forma a porção externa, o geólogo emitiu um fóton com comprimento de onda igual a $270nm$, de maneira que foi captado um elétron com velocidade de aproximadamente $428,7km/s$. Com isso, dentre os metais comentados anteriormente, diga qual deles está no meteorito.
- d) [3,0] Levando em conta o raio do metal da porção externa, o qual foi descoberto no item anterior, diga qual a incerteza mínima da velocidade de um de seus elétrons. (Caso não consiga o item anterior, considere o raio como sendo $150pm$).

QUESTÃO 6

Sabendo que os equilíbrios iônicos de um ácido triprótico são os seguintes (em meio aquoso), responda:



- a) [4,0] Escreva o **grau de ionização** para todas as espécies (α) em função das constantes de equilíbrio e da concentração de H^+ .
- b) [3,0] Sabendo que o valor da divisão entre a concentração do ácido completamente protonado e a concentração inicial é 0,4525, encontre os valores de todos os α e apresente a concentração de H^+ na solução.
- c) [3,0] Sabendo que fora utilizado um pHmetro (de padrão KCl saturado, $pH = 7$; $25^\circ C$) na solução, encontre o módulo da **diferença de potencial** lida pelo instrumento para a aferição do pH.

Rascunho

Rascunho

Rascunho

Rascunho

EQUIPE RESPONSÁVEL PELA PROVA

- Raphael Diniz (Coordenador e escritor).
- Artur Galiza (escritor).
- Fernando Garcia (escritor).
- João Guilherme Camilo (escritor).
- Luiz Viegas (escritor).
- Manuela Issi Bastos (escritora).