

NÚCLEO OLÍMPICO DE INCENTIVO AO CONHECIMENTO
OLIMPÍADA BRASILEIRA ONLINE DE QUÍMICA

2024 – FASE 2 - Nível 3

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

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

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

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

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

Nome:

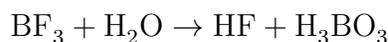
Instruções

- 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:

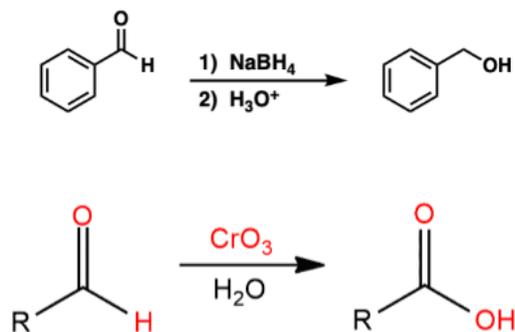
Dados:

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

- 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

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:

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

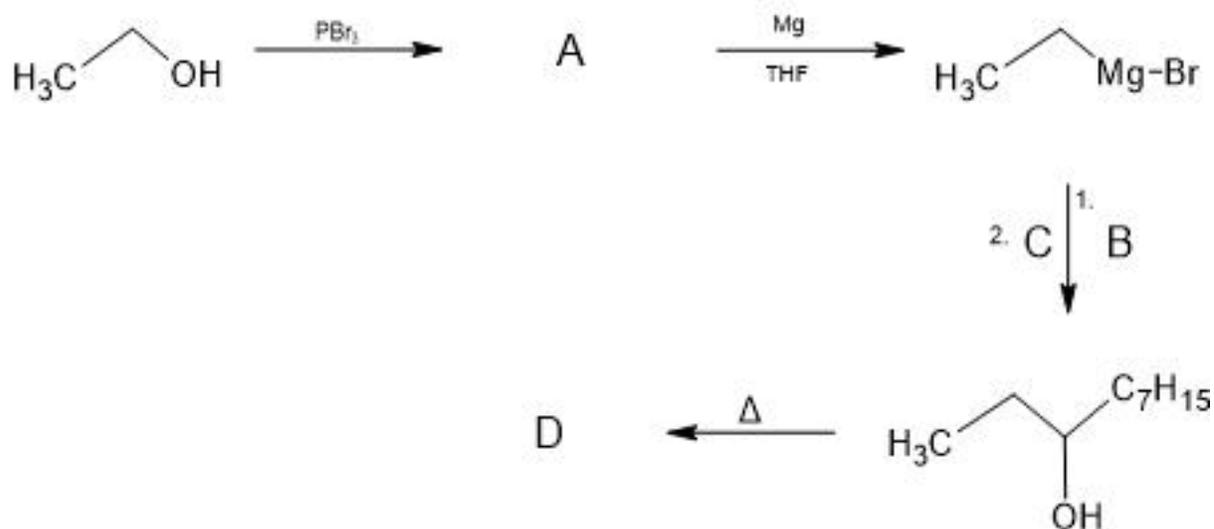
- a)[0,5] Dê as funções orgânicas presentes no reagente e produto da reação que usa NaBH_4
- b)[1,0] Quem é o agente redutor e oxidante em cada reação?
- c)[1,5] O reagente CrO_3 na verdade em meio ácido se torna X após uma reação de hidratação e Y após uma reação de condensação de X. Escreva a fórmula de X e Y.
- d)[2,0] A mistura reacional $\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$, já foi usado como um modelo de bafômetro. Apresente a reação molecular balanceada entre o etanol e a mistura reacional $\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$.
- 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 $\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$. 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 $\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ que recebeu o ar expirado possuía 5ml de volume de solução.

Considere:

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

QUESTÃO 3

Isac era um cientista de caráter extremamente duvidoso. Um belo dia enquanto escutava “Shake it off” de sua cantora preferida Taylor Swift se deu conta do quanto que sua diva do pop voava em seu jato particular e decidiu ajudá-la ao realizar uma doação de combustível de aviação pra ela. Esse tipo de combustível eh feito a partir de hidrocarbonetos de cadeias entre 9 e 16 carbonos, como o dodecano por exemplo. Infelizmente em seu laboratório ele não tinha nenhum hidrocarboneto deste tamanho, assim, partindo do etanol ele fez a seguinte rota sintética:



- [0,5] Dê a fórmula molecular do dodecano.
- [3,0] Forneça os reagentes C e B.
- [0,5] Qual o nome IUPAC de B?
- [3,0] Por que precisamos adicionar C após a adição de B?
- [3,0] Dê a fórmula molecular de A e D;

QUESTÃO 4

Betalainas são uma classe de pigmentos naturais que frequentemente são encontrados em plantas que não possuem antocianinas (outra classe) como nas eudicotiledôneas *Caryophyllales*. Ultimamente, estando presentes em rotas de semi-síntese envolvendo a produção de corantes alimentícios de menor risco ambiental e humano, transformam-se algumas betalainas, como a betaxantina **betanina**, em precursores sintéticos como o chamado de ácido betalâmico. Um esquema reacional é mostrado abaixo.

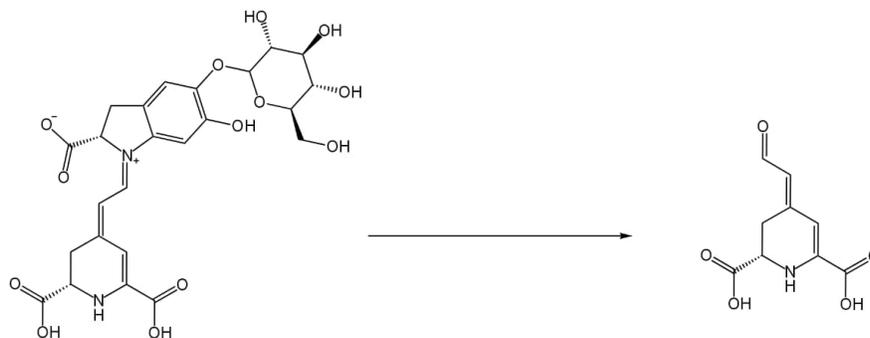


Figura 1: Esquema reacional simplificado e sem demonstração de condições químicas da transformação da Betanina em ácido betalâmico.

Tendo em vista os esquema acima, responda às seguintes questões acerca das propriedades e reatividades orgânicas, como a ocorrida no esquema;

- [3,0] A Betanina, apesar de uma molécula de grande massa molecular, é altamente solúvel em água. Justifique tal afirmação e disserte sobre o meio reacional que pode transformá-la em ácido betalâmico.
- [4,0] Comumente, quando aborda-se meios reacionais nos quais há a reação através de um sistema $n_X \rightarrow \pi_{C-Y}^*$ (sendo X e Y elementos comuns em compostos orgânicos, como N, O, P e Cl), é comum a abordagem de tal ambiente químico como uma adição catalisada por uma ativação no grupo eletrofílico (por exemplo, uma catálise ácida como ativação de uma adição carbonílica). Por qual motivo uma possível adição no nitrogênio imínico da betanina não necessita de uma ativação desta? Justifique com uma explicação qualitativa do sistema de orbitais da molécula.
- [3,0] Observando o ácido betalâmico, diga qual dos três sistemas π_{C-O} possui um maior caráter eletrofílico. Apresente um possível mecanismo para uma hipotética esterificação desse composto.

QUESTÃO 5

João, queria descobrir o K_{ps} de seu composto preferido, o oxalato de cálcio (Sabendo que $MM_{Ca} = 40$, $MM_C = 12$ e $MM_O = 16$. Para isso, mediu 1g do sal, colocou em 100ml de água em um béquer e após deixar um tempo em repouso ele filtrou a solução, obtendo uma solução límpida.

método 1

Ele separou os 100ml em duas porções de volumes iguais e a uma dessas soluções ele adicionou 5ml de ácido sulfúrico e esquentou com agitação em uma chapa de aquecimento. João começou a titular com uma solução de 0,0001M de permanganato de potássio (Sabendo que $MM_K = 39,1$ e $MM_{Mn} = 55$). Ele percebeu que nas primeiras gotas adicionadas a cor de permanganato demorava a descorar e somente aquecendo o erlenmeyer que a cor violeta desaparecia. Depois de adicionar algumas gotas de permanganato a cor de violeta sumia logo após sua adição. Após 10,9mL adicionados a cor violeta característica permaneceu na solução e não sumia nem com aquecimento e agitação.

- a) [0,5] Escreva a fórmula do oxalato de cálcio e explique resumidamente o motivo de João ter deixado a solução em repouso e depois ter filtrado.
- b) [1,0] Por que a cor da solução do erlenmeyer demorava a descorar no começo da titulação e após uma gotas de permanganato adicionados a cor desaparece com rapidez, até permanecer com 4mL?
- c) [1,5] Qual valor de K_{ps} do oxalato de cálcio por esse método? Mostre seu raciocínio.

método 2

João pegou a segunda porção e adicionou um excesso do sal escuro A do metal M que em solução possui propriedades oxidantes e cor roxa-violeta junto com HCl . Em seguida, ele esquentou com agitação essa mistura por um tempo e após esfriar, adicionou etanol frio, fazendo com que precipitasse um sal complexo C. João fez uma análise das propriedades desse sal C na sua forma anidra (B) e determinou que nessa forma o sal contém 34,47% de massa de Potássio e 16,14% de massa do metal M.

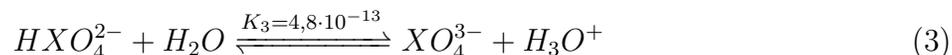
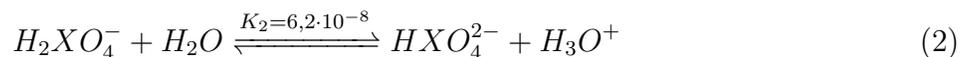
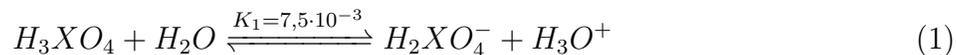
Considere:

- Todo o ânion oxalato presente na solução reagiu estequiometricamente na reação redox com o sal escuro virando um gás e na reação de complexação com a espécie de metal formada na reação redox.
- Cl^- e Ca^{2+} não reagem.
- A reação balanceada que ocorre é: $zK^+ + 1 \text{ Ânion de A} + 5 C_2O_4^{2-} + 8H^+ \rightarrow 2X + 1C + 1H_2O$

- d) [3,5] Diga quem é z, M, A, B e C deixando claro seu raciocínio para encontrar as espécies citadas.
- e) [3,5] Sabendo que a massa obtida de C foi 1,08 mg, calcule o K_{ps} do oxalato de cálcio.

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).