



**Processo de Seleção e Admissão aos
Cursos de Mestrado e de Doutorado
para o Semestre 2018/2
Edital n° 001/PPGQ/2018**

EXAME DE SELEÇÃO

CADERNO DE PERGUNTAS

Instruções:

1. **Não escreva seu nome em nenhuma folha dos cadernos de questões e de respostas.** Insira somente o **número de inscrição** nas folhas do caderno de questões e de respostas (*etapa cega*). Não poderá haver qualquer outra identificação, sob pena de sua desclassificação.
2. Os cadernos de questões e de respostas deverão ser devolvidos ao término da prova.
3. A resposta a cada questão deverá ser inserida no espaço especificado no caderno de respostas. Não serão corrigidas as questões respondidas no caderno de perguntas.
4. Utilize **somente** caneta esferográfica de tinta azul ou preta para responder as questões.
5. Não é permitida a remoção de qualquer folha do caderno de questões.
6. Não é permitido o empréstimo de materiais a outros candidatos.

Nível pretendido para ingresso:

() MESTRADO

() DOUTORADO



QUESTÕES DE PROPOSIÇÕES MÚLTIPLAS

Questão 01.

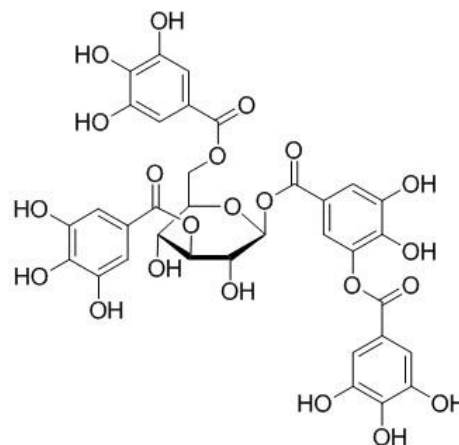
A perovskita é um óxido de cálcio e titânio, de fórmula CaTiO_3 . Estes compostos têm recebido destaque, pois diversos minerais do “tipo perovskita”, com fórmula geral ABX_3 , vêm sendo usados em protótipos de células solares. Em particular, a $(\text{CH}_3\text{NH}_3)\text{PbI}_3$ é um grande sucesso nos sistemas fotovoltaicos, com um aumento de eficiência de apenas 4% em 2009 para 23% em 2017, sendo este o material com maior potencial para substituir o silício. Sobre estes minerais e seus componentes, é CORRETO afirmar que:

- (01) o estado de oxidação do titânio na perovskita original é +3.
- (02) compostos como o $(\text{CH}_3\text{NH}_3)\text{PbI}_3$ não são classificados como sais, pois possuem um cátion orgânico.
- (04) a camada de valência do chumbo tem configuração $6s^2 6p^2$.
- (08) no segundo composto citado no texto, o chumbo deve ter estado de oxidação +2.
- (16) a perovskita original deve ser diamagnética.
- (32) para serem aplicadas em células solares, as perovskitas devem ser semicondutoras, o que significa que sua condutividade elétrica é independente da temperatura.



Questão 02.

O vinho é uma das bebidas alcoólicas mais consumidas no mundo, produzido desde 5000 a.C. Recentemente, além de seu efeito psicoativo e de depressor do sistema nervoso central, foram relatados alguns efeitos positivos decorrentes de sua ingestão para a saúde. Hoje, sabe-se que a maior parte desses supostos benefícios é oriunda de uma classe de compostos conhecidos como “ácidos tânico”, que são polifenóis de estrutura variada, como o exemplo da figura abaixo. Some as proposições CORRETAS a respeito deste tipo de composto.



- (01) Os átomos de hidrogênio mais ácidos destes compostos devem ser os dos álcoois ligados ao anel saturado central.
- (02) Estes compostos são geralmente chamados de “anti-oxidantes”, porque possuem potenciais de redução notoriamente negativos.
- (04) Estes compostos se comportam como ácidos fracos em água.
- (08) Devido à sua estrutura, deve-se esperar que estes compostos sejam altamente solúveis em éter etílico.
- (16) O composto mostrado na figura possui 32 estereoisômeros.
- (32) Estas moléculas podem interagir com cátions de metais dissolvidos no vinho, formando complexos metálicos.



Questão 03.

O gás nitrogênio é o principal componente do ar, correspondendo a cerca de 78% de sua composição, em massa. Os animais utilizam em seus organismos o nitrogênio na forma de compostos orgânicos, tais como aminoácidos e proteínas. As plantas e algas, por sua vez, utilizam o nitrogênio na forma de íons nitrato ou íons amônio. Sobre o nitrogênio e seus compostos é CORRETO afirmar que:

- (01) a solubilidade em água de sais com o íon amônio é similar a de sais de metais alcalinos.
- (02) no íon nitrato há ressonância.



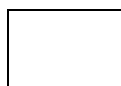
- (04) os aminoácidos, constituintes de enzimas e proteínas, têm caráter anfótero.
- (08) a ordem de ligação encontrada no íon nitrato é três.
- (16) na obtenção de amônia a partir de N_2 e H_2 , conhecido como processo Haber-Bosch, há a formação de três mol de produto para cada mol de N_2 utilizado na reação.
- (32) no processo de formação do íon nitrato a partir de N_2 e H_2 , há a redução do nitrogênio.
- (64) as condições da reação de produção da amônia a partir de N_2 e H_2 são brandas devido à alta estabilidade da molécula de N_2 em condições ambientes.



Questão 04.

No dia 18 de abril de 2018 o Senado Federal aprovou uma lei que permite o fornecimento de água potável por fontes alternativas — reuso, água de chuva e águas residuais. O projeto prevê o aumento da disponibilidade hídrica e a redução no consumo de água potável para outros fins que não sejam saciar a sede. Sobre a molécula de água e os elementos que a compõem, é CORRETO afirmar:

- (01) o ciclo da água na Terra envolve processos químicos, que incluem reações de oxirredução.
- (02) a evaporação da água é um processo exotérmico, com expansão do gás.
- (04) a eletrólise da água é um processo espontâneo que envolve a formação de gás hidrogênio.
- (08) durante a solidificação da água ocorre expansão de volume.
- (16) a temperatura de ebulição da água é dependente da concentração de sais dissolvidos nela.
- (32) o processo de obtenção de água a partir da dessalinização da água do mar é conhecido por processo osmótico direto.



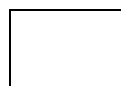
Questão 05.

Considere os compostos abaixo:

- i. $[Cu(NH_3)_4]SO_4$
- ii. $K_2[CoCl_4]$
- iii. $Co(phen)_2Cl_2$
(phen = 1,10-fenantrolina; $C_8H_{12}N_2$)
- iv. $[Co(en)(H_2O)Cl]Cl_2$
(en = etilenodiamina; $(NH_2)_2(CH_2)_2$)

É correto afirmar que os estados de oxidação dos íons dos metais de transição nos complexos, na ordem acima apresentada, serão respectivamente:

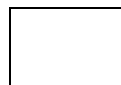
- (01) (+2), (+3), (+1), (+2)
- (02) (+2), (+2), (+2), (+3)
- (04) (+2), (+1), (+3), (+2)
- (08) (+2), (-2), (+3), (+2)
- (16) (+2), (+1), (-2), (+2)



Questão 06.

Considere as seguintes espécies: CH_4 , BF_4^- , ClF_4^+ , NF_4^+ , e ClF_4^- . A partir de suas estruturas de Lewis, assume-se que as geometrias moleculares previstas serão, respectivamente:

- (01) gangorra, tetraédrica, quadrado planar, tetraédrica, tetraédrica
- (02) gangorra, tetraédrica, quadrado planar, tetraédrica, tetraédrica.
- (04) tetraédrica, tetraédrica, gangorra, tetraédrica, quadrado planar.
- (08) tetraédrica, tetraédrica, tetraédrica, quadrado planar, tetraédrica.
- (16) gangorra, tetraédrica, gangorra, tetraédrica, tetraédrica.
- (32) gangorra, tetraédrica, quadrado planar, tetraédrica, quadrado planar.

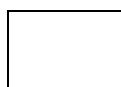




Questão 07.

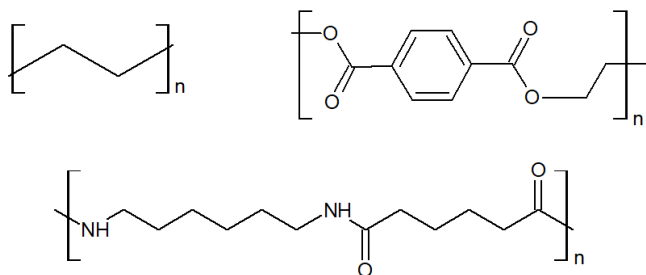
Com relação aos conceitos de fase e de transição de fase é CORRETO afirmar que:

- (01) o grafite, o diamante e o fulereno são exemplos de formas alotrópicas do carbono.
- (02) no grafite o carbono apresenta hibridização sp^2 e no diamante apresenta hibridização sp^3 .
- (04) a temperatura de ebulição da água é 100 °C, independentemente de variáveis externas.
- (08) duas fases de uma mesma substância podem existir em equilíbrio. Entretanto, não é possível que três fases de uma mesma substância coexistam em equilíbrio.
- (16) sabendo que o enxofre rômico é mais estável que o enxofre monoclinico a 25 °C e 1,0 atm, conclui-se que o enxofre monoclinico não existirá nessas condições.
- (32) o CO_2 supercrítico é formado em pressões e temperaturas abaixo dos respectivos valores críticos.



Questão 08.

A figura abaixo mostra a estrutura química dos polímeros polietileno (PE), poli(tereftalato de etileno) (PET) e da poliamida 66 (PA). Com relação a esses polímeros é correto afirmar que:



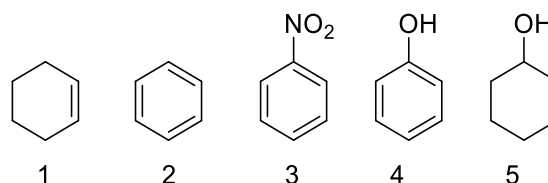
- (01) PE pode ser sintetizado pela polimerização do eteno.
- (02) a PA pode ser sintetizada a partir da polimerização de um aminoácido.
- (04) em condições apropriadas, o PET pode sofrer hidrólise e ser convertido nos monômeros etilenoglicol e ácido tereftálico.

- (08) o PE apresenta um centro estereogênico que dá origem a dois enantiômeros, que são o PE de alta densidade e o PE de baixa densidade.
- (16) a massa molar desses polímeros pode ser calculada diretamente partir das suas respectivas estruturas químicas.
- (32) PE, PET e PA fazem parte da classe dos biopolímeros, visto que são sintetizados por organismos vivos e são biodegradáveis.



Questão 09.

Em relação aos compostos **1** a **5** abaixo, some as proposições CORRETAS:



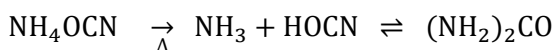
- (01) nas mesmas condições experimentais, o composto **1** reage com Br_2 mais rapidamente que o composto **2**.
- (02) a molécula **3** deve apresentar maior densidade de carga negativa nos átomos de carbono em posição *orto* e *para* em relação ao substituinte quando comparado com a molécula **2**.
- (04) nas mesmas condições experimentais, o composto **4** reage com Br_2 mais rapidamente que o composto **3**.
- (08) o pK_a da molécula **5** é inferior ao da molécula **4**.
- (16) a molécula **5** deve ser planar.
- (32) as ligações entre átomos de carbono do composto **2** são mais longas que a ligação dupla carbono-carbono do composto **1**.



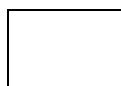


Questão 10.

Em 1828, Wöhler realizou a síntese da ureia por meio da decomposição térmica do cianato de amônio, conforme a reação abaixo. Esta reação constituiu-se em um marco histórico na química, pois provou ser incorreta a teoria do vitalismo proposta por Berzelius. Em relação a esse tópico, some as proposições CORRETAS.

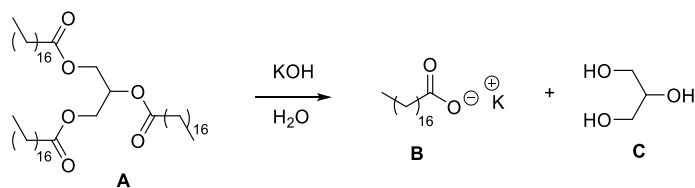


- (01) Segundo a teoria do vitalismo, a ureia (um composto orgânico) não poderia ser obtida a partir do cianato de amônio (um composto inorgânico).
- (02) Na molécula da ureia, os átomos de carbono e oxigênio têm hibridização sp^2 .
- (04) O íon cianato tem geometria linear.
- (08) A primeira etapa da reação de formação da ureia a partir do cianato de amônio é uma reação de oxirredução.
- (16) O íon amônio possui maior caráter básico do que a ureia.
- (32) O isocianato de amônio é uma substância que apresenta ligações covalentes e iônicas.



Questão 11.

Considere a reação não balanceada abaixo e some as proposições CORRETAS.



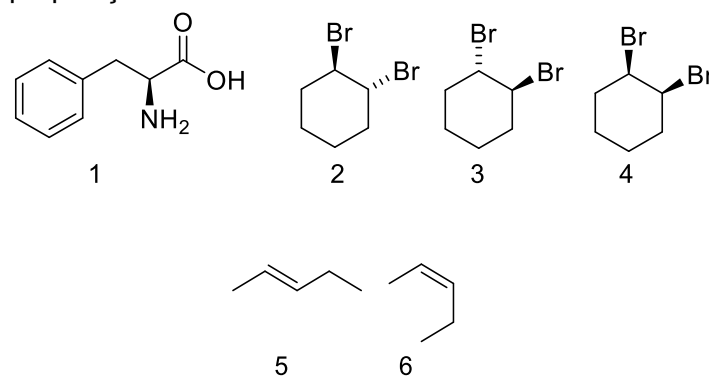
- (01) A substância **A** é um triacilglicerídeo, um triéster derivado de um ácido graxo. O ácido graxo neste caso possui fórmula molecular $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$.
- (02) A reação é um exemplo de uma esterificação na qual o equilíbrio químico está deslocado para os reagentes.
- (04) A reação consiste em uma hidrólise em meio básico (saponificação), na qual o produto formado possui propriedades tensoativas.

- (08) São necessários pelo menos 3 mol de base forte para que a reação produza 1 mol do sal **B**.
- (16) Por se tratar de uma reação catalisada por base, não é necessária quantidade equimolar de KOH em relação ao triéster **A**.



Questão 12.

Em relação aos compostos **1** a **6** abaixo, some as proposições CORRETAS:



- (01) a molécula **1** é um α -aminoácido e possui somente um centro estereogênico.
- (02) as moléculas **2** e **3** são enantiômeros e devem apresentar o mesmo ponto de ebulição.
- (04) as moléculas **3** e **4** são enantiômeros e devem apresentar o mesmo ponto de ebulição.
- (08) as moléculas **5** e **6** não podem ser separadas por métodos físicos.
- (16) as moléculas **5** e **6** são diastereoisômeros e apresentam estabilidades termodinâmicas distintas.
- (32) a molécula **1** apresenta uma ligação peptídica.





Questão 13.

Considere os sistemas em que são estabelecidos, individualmente, os equilíbrios a seguir:

Sistema	Reação
A	$3\text{H}_{2(g)} + \text{N}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$
B	$\text{BaCO}_{3(s)} \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}_{(aq)} + \text{CO}_3^{2-}_{(aq)}$
C	$\text{NH}_3_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{NH}_4^{+}_{(aq)} + \text{OH}^{-}_{(aq)}$

Some os valores correspondentes às proposições CORRETAS:

- (01) o equilíbrio representado em **A** é influenciado por variações na temperatura, ao passo que os equilíbrios representados em **B** e **C** não sofrem esta influência.
- (02) um aumento na pressão exercida sobre o sistema exercerá maior influência sobre o equilíbrio representado em **A** do que sobre o equilíbrio representado em **B**.
- (04) um aumento no pH do sistema favorecerá o deslocamento do equilíbrio no sentido da formação de produtos para os sistemas representados em **B** e **C**.
- (08) no equilíbrio representado em **B**, reagentes e produtos são constituintes de fases distintas do sistema.
- (16) o equilíbrio representado em **B** será deslocado no sentido de formação de produtos se for adicionado ao sistema um eletrólito forte não-comum ao precipitado.
- (32) o equilíbrio representado em **C** será deslocado no sentido de formação de reagentes se na solução for borbulhado CO_2 gasoso.



Questão 14.

Considere dois elementos químicos, genericamente denominados **X** e **Z**, cujas configurações eletrônicas associadas a seus átomos neutros no estado fundamental são, respectivamente, $[\text{Ar}] 4s^1$ e $[\text{Ar}] 4s^2 3d^5$. Some as proposições CORRETAS:

- (01) a energia necessária para produzir, em fase gasosa, íons X^+ é maior do que a energia necessária para produzir, em fase gasosa, íons Z^+ .
- (02) **X** e **Z** formam, entre si, ligações com elevado caráter iônico.
- (04) **X** e **Z** pertencem ao mesmo período da tabela periódica.
- (08) o raio atômico de **X** é menor que o raio atômico de **Z**.
- (16) a carga nuclear efetiva do íon X^+ é maior do que a carga nuclear efetiva do íon Z^{+2} .
- (32) o elemento **X** é potássio, ao passo que o elemento **Z** é magnésio.



Questão 15.

A tabela abaixo especifica uma série de reagentes que foram pesados e diluídos com água deionizada até os volumes finais informados, em balões volumétricos individuais, gerando as soluções descritas por **A**, **B** e **C**.

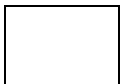
Solução	Reagente	Massa pesada (g)	Volume final (mL)
A	NaNO_3	1,500	100,0
B	H_3PO_4	10,52	250,0
C	FeCl_3	4,30	500,0

Considerando as informações fornecidas, some as proposições CORRETAS.

- (01) A concentração molar de NaNO_3 na solução **A** é $0,1765 \text{ mol L}^{-1}$.
- (02) A concentração molar de íons PO_4^{3-} na solução **B** é $0,4294 \text{ mol L}^{-1}$.



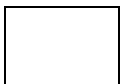
- (04) Na solução **C**, há 2,22 g de Fe.
- (08) Se a solução **A** for misturada com a solução **C**, haverá a formação de ligações entre íons Fe^{3+} e íons Na^+ .
- (16) O pH da solução **B** é menor do que da solução **A**.
- (32) A solução **C** é formada por um eletrólito forte, ao passo que a solução **B** é formada por um não-eletrólito.



Questão 16.

Considere a teoria dos orbitais moleculares e moléculas no estado fundamental para avaliar as afirmações abaixo e some as proposições CORRETAS.

- (01) A molécula de Be_2 possui ordem de ligação zero e, portanto, prevê-se que a molécula não exista.
- (02) A molécula de He_2 possui ordem de ligação igual a um e, portanto, é formada por uma ligação simples entre átomos de He.
- (04) A molécula de Li_2^+ possui, no total, seis elétrons distribuídos em dois orbitais moleculares ligantes e em dois orbitais moleculares antiligantes.
- (08) A molécula de Be_2^{2+} possui ordem de ligação igual a um.
- (16) O HOMO na molécula de H_2^+ é um orbital sigma antiligante ocupado por dois elétrons.
- (32) O LUMO na molécula de Li_2 é um orbital sigma antiligante.

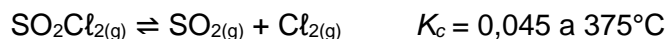




QUESTÕES DISCURSIVAS

Questão 17.

O $\text{SO}_2\text{Cl}_{2(g)}$ é um composto com vapores muito irritantes e é usado como reagente em síntese orgânica. Quando aquecido a temperaturas elevadas, este se decompõe em $\text{SO}_{2(g)}$ e $\text{Cl}_{2(g)}$, conforme equação abaixo:



Considere as informações acima e comportamento ideal dos gases para responder às seguintes questões:

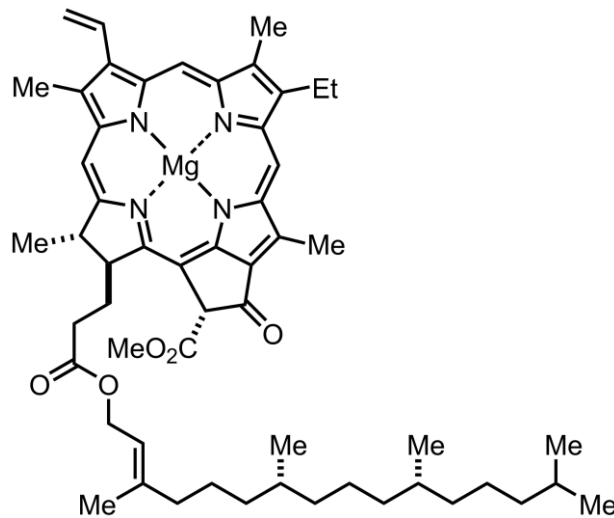
- Em um frasco de 1,00 L foram adicionados 6,70 g de SO_2Cl_2 e a solução foi aquecida a 375°C . Calcule a concentração de cada um dos compostos quando o equilíbrio é atingido e calcule a fração de $\text{SO}_2\text{Cl}_{2(g)}$ que é dissociada.
- Calcule as concentrações destes mesmos compostos no equilíbrio em um frasco de 1,00 L mantido a 375°C , partindo-se de uma mistura de 6,70 g de SO_2Cl_2 e 1,00 atm de Cl_2 . Calcule a fração de SO_2Cl_2 dissociada.
- As frações de SO_2Cl_2 nos itens anteriores concordam com o que seria esperado pelo princípio de Le Chatelier? Explique.

RASCUNHO



Questão 18.

A clorofila é a molécula responsável pela absorção de radiação solar em plantas. Trata-se de um composto formado a partir de um anel de clorina ligado a magnésio, conforme mostrado na figura abaixo. A clorofila é, de fato, apenas um dos compostos formados a partir desta estrutura geral, o *chlorophyll*, sendo esta o *chlorophyll a*, existindo também o *chlorophyll b*, *chlorophyll c*, etc., responsáveis pela absorção de luz em outras faixas do espectro visível. Responda as questões abaixo a respeito deste assunto.



- (a) Considerando que a molécula seja neutra, estabeleça o estado de oxidação do magnésio.
- (b) Explique se a molécula deverá apresentar cor devido às transições entre os orbitais d do metal.
- (c) Se o metal central for substituído por ferro, a cor da clorofila mudará? Explique.

RASCUNHO



Questão 19.

Por meio da demanda química de oxigênio (DQO), pode-se avaliar a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) que é consumido durante a degradação da matéria orgânica dissolvida em água, seja essa biodegradável ou não. Para águas destinadas ao abastecimento público, a DQO pode ser determinada com o uso de KMnO_4 , que é padronizado por meio de uma titulação com ácido oxálico. Com base nessa informação, considere a reação, em meio ácido, dos íons permanganato com ácido oxálico ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) para produzir íons manganês(II), água e dióxido de carbono.

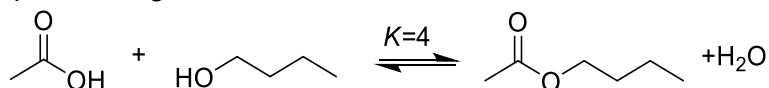
- Escreva a equação iônica balanceada da reação.
- Identifique o agente oxidante e o agente redutor na reação.
- Calcule, apresentando as etapas de cálculo, a massa de dióxido de carbono formada a partir da reação completa de 20,0 mg de ácido oxálico com excesso de permanganato de potássio, nas condições descritas no enunciado.

RASCUNHO



Questão 20.

Reações de esterificação entre um ácido carboxílico e um álcool em meio ácido são conhecidas como reações de esterificação de Fischer. Uma aplicação industrial desse tipo de reação é a produção de aromas artificiais. Por exemplo, a esterificação do ácido acético com o butan-1-ol leva à formação de um produto com aroma de maçã. Esta é uma reação reversível que apresenta uma constante de equilíbrio K igual a 4,0.



Dois estudantes realizaram essa reação em frascos separados, utilizando 1,0 mol de ácido acético e 1,0 mol de butan-1-ol. João utilizou 0,01 mol de H_2SO_4 para catalisar a reação, enquanto Maria utilizou 0,05 mol de H_2SO_4 . Em relação a essas reações, responda o que se pede.

- Se ambos esperarem até que o equilíbrio seja estabelecido, seriam obtidas as mesmas quantidades de éster nas duas condições? Por quê?
- Se forem empregadas quantidades equimolares de ácido acético e de butan-1-ol, calcule o rendimento máximo da reação. Mostre seus cálculos.
- Deduza a lei cinética de velocidade para a formação do éster considerando as etapas elementares abaixo utilizando a aproximação do estado estacionário, segundo a qual a velocidade de produção do intermediário AH_2^+ é a mesma que de sua conversão em produtos. A lei cinética deve ser expressa em função das concentrações de H^+ , AH (ácido carboxílico) e $\text{R}'\text{OH}$ (álcool) e das constantes k_1 , k_{-1} e k_2 . Considere que a etapa lenta seja o ataque nucleofílico do álcool sobre a espécie protonada AH_2^+ .

