



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



EXAME SELETIVO PARA INGRESSO NO CURSO DE MESTRADO (EDITAL 01/2024) E DOUTORADO (EDITAL 02/2024) EM QUÍMICA

INSTRUÇÕES:

- Utilizar caneta esferográfica AZUL ou PRETA.
- Utilizar somente a calculadora científica.
- **PREENCHA** a ficha de identificação abaixo.
- **UTILIZE** os espaços em branco para responder as questões.
- **APRESENTE** todos os cálculos utilizados para alcançar os resultados.
- A identificação na folha de resposta será feita exclusivamente através do número de inscrição.
- **QUALQUER** outro tipo de identificação na folha de resposta implicará na **ANULAÇÃO** automática da sua questão.
- Responder cada questão em uma única folha de resposta.

Código de identificação: _____

Nome do candidato: _____

Assinatura: _____



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
 PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
 CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Tabela periódica

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| 18 | 2 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| He | Ne | F | O | N | C | B | 5 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| hélio 4,0026 | neônio 20,180 | flúor 18,998 | oxigênio 15,999 | nitrogênio 14,007 | carbono 12,011 | boro 10,81 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 18 |
| 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| Li | Be | Li | Be | Li | Be | Li | Be | Li | Be | Li | Be | Li | Be |
| lítio 6,94 | berílio 9,0122 | lítio 6,94 | berílio 9,0122 | lítio 6,94 | berílio 9,0122 | lítio 6,94 | berílio 9,0122 | lítio 6,94 | berílio 9,0122 | lítio 6,94 | berílio 9,0122 | lítio 6,94 | berílio 9,0122 |
| 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 |
| Na | Mg | Na | Mg | Na | Mg | Na | Mg | Na | Mg | Na | Mg | Na | Mg |
| sódio 22,990 | magnésio 24,305 | sódio 22,990 | magnésio 24,305 | sódio 22,990 | magnésio 24,305 | sódio 22,990 | magnésio 24,305 | sódio 22,990 | magnésio 24,305 | sódio 22,990 | magnésio 24,305 | sódio 22,990 | magnésio 24,305 |
| 19 | 20 | 19 | 20 | 19 | 20 | 19 | 20 | 19 | 20 | 19 | 20 | 19 | 20 |
| K | Ca | K | Ca | K | Ca | K | Ca | K | Ca | K | Ca | K | Ca |
| potássio 39,098 | calcio 40,078(4) | potássio 39,098 | calcio 40,078(4) | potássio 39,098 | calcio 40,078(4) | potássio 39,098 | calcio 40,078(4) | potássio 39,098 | calcio 40,078(4) | potássio 39,098 | calcio 40,078(4) | potássio 39,098 | calcio 40,078(4) |
| 37 | 38 | 37 | 38 | 37 | 38 | 37 | 38 | 37 | 38 | 37 | 38 | 37 | 38 |
| Rb | Sr | Rb | Sr | Rb | Sr | Rb | Sr | Rb | Sr | Rb | Sr | Rb | Sr |
| rubídio 85,468 | estrôncio 87,62 | rubídio 85,468 | estrôncio 87,62 | rubídio 85,468 | estrôncio 87,62 | rubídio 85,468 | estrôncio 87,62 | rubídio 85,468 | estrôncio 87,62 | rubídio 85,468 | estrôncio 87,62 | rubídio 85,468 | estrôncio 87,62 |
| 55 | 56 | 55 | 56 | 55 | 56 | 55 | 56 | 55 | 56 | 55 | 56 | 55 | 56 |
| Cs | Ba | Cs | Ba | Cs | Ba | Cs | Ba | Cs | Ba | Cs | Ba | Cs | Ba |
| césio 132,91 | bário 137,33 | césio 132,91 | bário 137,33 | césio 132,91 | bário 137,33 | césio 132,91 | bário 137,33 | césio 132,91 | bário 137,33 | césio 132,91 | bário 137,33 | césio 132,91 | bário 137,33 |
| 87 | 88 | 87 | 88 | 87 | 88 | 87 | 88 | 87 | 88 | 87 | 88 | 87 | 88 |
| Fr | Ra | Fr | Ra | Fr | Ra | Fr | Ra | Fr | Ra | Fr | Ra | Fr | Ra |
| frâncio | rádio | frâncio | rádio | frâncio | rádio | frâncio | rádio | frâncio | rádio | frâncio | rádio | frâncio | rádio |

3 — número atômico
 Li — símbolo químico
 lítio — nome
 6,94 — peso atômico (massa atômica relativa)

www.tabelaperiodica.org



Este QR Code dá acesso gratuito
 ao conteúdo de ensino de química
 sobre os elementos químicos.

Licença de uso Creative Commons BY-NC-SA 4.0 - Uma licença para fins educacionais
 sob a qual o conteúdo desta obra pode ser usado e distribuído.
 Versão IUPAC/SBQ (pt-br) com 5 algoritmos significativos, baseada em DOI:10.1515/pac-2015-0204 - atualizada em 23 de fevereiro de 2022



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Código de Identificação: _____

Q01- Associe a primeira coluna (solução) com a segunda coluna (valor do pH). Observe que a segunda coluna tem três itens a mais, portanto devem ficar três itens sem associação.

| | |
|--|----------|
| (A) $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ de NaOH | () 11,8 |
| (B) $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ de H_3CCOOH ($K_a = 1,8 \times 10^{-5}$) | () 11,1 |
| (C) $0,005 \text{ mol L}^{-1}$ de HCl | () 11,0 |
| (D) $3,2 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ de Ca(OH)_2 | () 2,0 |
| (E) $0,0750 \text{ mol L}^{-1}$ de NH_3 ($K_a = 5,7 \times 10^{-10}$) | () 7,0 |
| (F) $0,120 \text{ mol L}^{-1}$ de HNO_2 ($K_a = 7,1 \times 10^{-4}$) | () 2,3 |
| (G) $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ de NH_4CCOOH | () 3,4 |
| | () 1,0 |
| | () 11,5 |
| | () 3,0 |



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Código de Identificação: _____

Q02 – Classifique as sentenças a seguir como verdadeira (V) ou falsa (F):

- a) Em volumetria, a retrotitulação é um processo no qual o excesso de uma solução padrão usada para consumir o analito é determinada por uma segunda solução padrão.
- b) No ponto de equivalência de uma titulação ácido-base os íons hidrônio e hidróxido estão presentes em concentração igual, portanto, o pH da solução deve ser neutro.
- c) Na pós-equivalência de uma titulação ácido-base o pH da solução é controlado pela concentração do excesso do titulado.
- d) Em volumetria de precipitação os métodos de Mohr, Volhard e Fajans utilizam o cromato, o tiocianato e os indicadores de adsorção, respectivamente, para detecção do ponto final.
- e) O método de volhard deve ser realizado em meio básico para evitar a precipitação do indicador.
- f) O EDTA é um titulante que forma complexos na proporção 1:1 com diversos íons metálicos independente de sua carga.
- g) O íon MnO_4^- pode ser empregada como indicador do ponto final nas titulações redox.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Código de Identificação: _____

Q03 – Uma amostra de NaCl pesando 6,0 g são dissolvidos em água e o volume completado com 500 mL em balão volumétrico. Uma alíquota de 25 mL desta solução necessitou de 38,0 mL de AgNO_3 0,10 mol L^{-1} , para a precipitação de todo o íon cloreto na forma de AgCl. No teste em branco, foram consumidos 0,15 mL de solução de AgNO_3 . Determine o grau de pureza do sal analisado.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Código de Identificação: _____

Q04 – Associe a primeira coluna com a segunda coluna. *Observe que a segunda coluna tem quatro itens a mais, portanto devem ficar quatro itens sem marcar:*

| | | | |
|-----|---|-----|---|
| (A) | Reações de oxidação de álcoois primários, secundários e aldeídos dão, respectivamente: | () | acetato |
| (B) | Aminas e fenóis são respectivamente: | () | aldeídos, cetonas e ésteres |
| (C) | A reação de hidrólise de ésteres forma: | () | álcool secundário e terciário |
| (D) | A base conjugada do ácido etanoico é: | () | sp , sp^2 e sp^3 |
| (E) | Propanona forma ligação de hidrogênio com: | () | substituição eletrofílica |
| (F) | A reação característica do grupo carbonílico dos aldeídos e cetonas é: | () | álcool primário e secundário |
| (G) | A reação de $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{MgCl}$ com aldeído ou cetona e, em seguida, hidrólise ácida forma, respectivamente: | () | sp^3 , sp^2 e sp |
| (H) | Etano, etileno e acetileno têm hibridização, respectivamente | () | água e metanol |
| (I) | A reação de desidratação de álcoois, forma: | () | bases e ácidos |
| (J) | A reação característica dos ácidos carboxílicos e derivados é: | () | ácido carboxílico e álcool |
| | | () | substituição nucleofílica |
| | | () | ácidos carboxílicos, cetonas e ácido carboxílicos |
| | | () | alcenos |
| | | () | adição nucleofílica |



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Código de Identificação: _____

Q05 - Classifique as sentenças a seguir como Verdadeira (V) ou Falsa (F):

| | | |
|----|-----|--|
| a) | () | Uma molécula com carbono assimétrico e configuração <i>R</i> faz girar o plano de luz polarizada sempre no sentido horário |
| b) | () | Uma substância levógira desvia o plano de polarização da luz no sentido anti-horário |
| c) | () | Uma molécula com um só carbono assimétrico é sempre quiral |
| d) | () | Uma molécula com vários carbonos assimétricos nem sempre é quiral |
| e) | () | Um composto que tenha vários centros assimétricos e um plano de simetria é meso |
| f) | () | Duas estruturas quaisquer constituem um par de enantiômeros se não são sobreponíveis |
| g) | () | Só os racematos não desviam o plano de luz polarizada |
| h) | () | Quando uma estrutura e sua imagem especular não são sobreponíveis, existe quiralidade |
| i) | () | A reação do etilenoglicol em meio ácido forma um cetel acíclico |
| j) | () | A reação de adição de reagente de Grignard a um aldeído ou cetona forma como produto um álcool terciário |



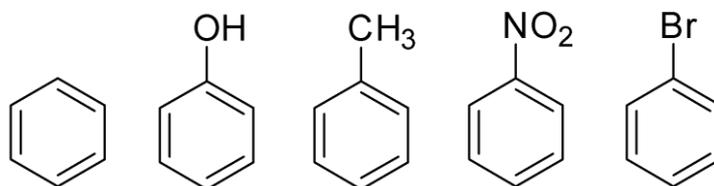
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Código de Identificação: _____

Q06. Responda as questões que seguem:

A) Liste as substâncias a seguir em ordem decrescente de reatividade em uma substituição eletrofílica e explique.



B1) Escreva a estrutura do(s) produto(s) principal(is) da reação do **fenol** com o cloreto de propanoíla em presença de AlCl_3 .

B2) Mostre o mecanismo de formação do produto da reação do **nitrobenzeno** com o cloreto de propanoíla, em presença de AlCl_3 .



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Código de Identificação: _____

Q07 - Numa bela manhã de sol em Teresina, Jorge, suando em sua kitnet, decidiu tentar se refrescar. Lembrando das aulas de Físico-Química, ele fechou todas as portas e janelas e abriu a geladeira, esperando que ela resfriasse o ambiente. Com base na primeira lei da termodinâmica, a ideia de Jorge vai:

- a) Resfriar o ambiente, pois o ar frio da geladeira se espalhará pelo local.
- b) Manter a temperatura do ambiente, já que o calor retirado de dentro da geladeira é equilibrado pelo calor gerado pelo motor.
- c) Esquentar o ambiente, pois a geladeira retira calor do interior e o transfere para o ambiente, além de gerar calor extra pelo motor.
- d) Manter a temperatura do ambiente, pois a geladeira só resfria áreas próximas à porta.
- e) Resfriar o ambiente, mas apenas se a geladeira for deixada aberta por um longo período de tempo.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Código de Identificação: _____

Q08 - Viajando por Pedro II, no Piauí, Jorge calibrou os pneus do seu carro até a pressão de 32 lb in^{-2} ($1,00 \text{ atm} = 14,7 \text{ lb in}^{-2}$) em um dia em que a temperatura era de $16 \text{ }^\circ\text{C}$ (considere o pneu nessa mesma temperatura). Supondo que o volume do pneu seja constante e não haja fuga de ar, qual será a pressão nos pneus, quando sua temperatura estiver em $38 \text{ }^\circ\text{C}$?

- a) A pressão nos pneus será $2,27 \text{ atm}$.
- b) A pressão nos pneus será $2,30 \text{ atm}$.
- c) A pressão nos pneus será $2,35 \text{ atm}$.
- d) A pressão nos pneus será $2,42 \text{ atm}$.
- e) A pressão nos pneus será $2,48 \text{ atm}$.

(DADOS: $PV = nRT$; $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$; $T_K = T_{^\circ\text{C}} + 273$)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Código de Identificação: _____

Q09 - A produção de hidrogênio verde, considerada uma alternativa promissora e sustentável para a geração de energia limpa, utiliza a eletrólise da água para separar o gás hidrogênio (H_2) do oxigênio (O_2), utilizando fontes renováveis de energia, como solar ou eólica. Sabendo que a eletrólise da água é um processo eletroquímico, responda:

- Escreva as semi-reações de oxidação e redução que ocorrem na eletrólise da água.
- Qual é a relação entre o potencial padrão das semi-reações e a eficiência energética do processo de produção de hidrogênio verde?
- Quais são os principais desafios técnico-econômicos relacionados ao uso de eletrólise para a produção de hidrogênio verde em larga escala?



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Código de Identificação: _____

Q10 – Explique a diferença entre orbitais e órbitas no contexto da teoria quântica.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Código de Identificação: _____

Q11 - O teorema de Jahn-Teller estabelece que um sistema degenerado tende a perder espontaneamente sua degenerescência mediante o abaixamento de simetria. Considerando esta teoria e os dados espectroscópicos abaixo, julgue os itens a seguir colocando V para VERDADEIRO e F para FALSO.

| Íon complexo | Frequência da banda M-O (cm-1) | Observações sobre a distorção |
|-----------------------------------|--------------------------------|---|
| $[\text{Ti}(\text{OH}_2)_6]^{3+}$ | 600 | Banda larga e deslocada para menor frequência |
| $[\text{Cr}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$ | 480 | Banda mais estreita, sem deslocamento significativo |
| $[\text{Cu}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$ | 530 | Banda larga e deslocada para menor frequência |

- Para o íon complexo $[\text{Cu}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$, a absorção na região de 600-700 nm (UV-Vis) está relacionada às transições d-d que são fortemente afetadas pelo efeito Jahn-Teller.
- O deslocamento da banda de absorção M-O para frequências menores em $[\text{Cu}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$ está associado à distorção octaédrica induzida pelo efeito Jahn-Teller, similar ao que ocorre em $[\text{Ti}(\text{OH}_2)_6]^{3+}$.
- No íon complexo $[\text{Ti}(\text{OH}_2)_6]^{3+}$, o efeito Jahn-Teller resultará em um desvio significativo nos valores de absorção no espectro UV-visível em comparação com o comportamento de um complexo octaédrico perfeito.
- A banda de absorção M-O no $[\text{Ti}(\text{OH}_2)_6]^{3+}$ é mais estreita e deslocada para frequências mais altas do que no $[\text{Cr}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$.
- No íon complexo $[\text{Cr}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$, o efeito Jahn-Teller resulta em uma distorção esférica, como uma compressão uniforme de todas as ligações.
- Em $[\text{Cu}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$, o efeito Jahn-Teller causa uma separação dos níveis dz² e dx_y, o que pode ser observado como uma mudança nas bandas de absorção no espectro UV-visível.
- O íon complexo $[\text{Cr}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$ apresenta uma banda de absorção M-O mais estreita, o que pode indicar que o efeito Jahn-Teller não causou uma distorção significativa na geometria octaédrica.
- O efeito Jahn-Teller em complexos de metais de transição é mais comum quando o metal possui uma configuração eletrônica com um número ímpar de elétrons no subnível d.
- A geometria quadrática plana (D_{4h}) pode ser entendida como uma continuação da deformação Jahn-Teller tetragonal, onde os ligantes no eixo z são totalmente retirados.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Código de Identificação: _____

Q12 – Considere as seguintes espécies: SO_2Cl_2 , PCl_5 , SF_6 , SNF_3 e CO em termos da geometria, número de coordenação total (NCT), teoria dos orbitais moleculares e polaridade. Com base nestes conceitos, analise as afirmativas abaixo.

1. A molécula SO_2Cl_2 tem geometria angular e é polar, pois a distribuição assimétrica dos átomos resulta em um dipolo permanente.
2. O número de coordenação total de PCl_5 é 5, e sua geometria é bipirâmide trigonal.
3. A molécula SF_6 possui $\text{NCT} = 6$ e apresenta uma geometria octaédrica, sendo polar devido à simetria dos seus ligantes.
4. A molécula SNF_3 possui geometria tetraédrica distorcida e possibilidade de expansão do octeto no átomo central.
5. A molécula CO é uma espécie diamagnética, geometria linear e apolar.

Assinale a alternativa **CORRETA**:

- a) Se todas as afirmativas estão corretas
- b) Se as afirmativas I, II, III e IV estão corretas
- c) Se as afirmativas I, III, IV e V estão corretas
- d) Se as afirmativas I, II e IV estão corretas
- e) Se apenas as afirmativas III e V estão corretas