



# PROCESSO SELETIVO 2023

Edital n.º 41/2022 – NC/PROGRAD – Prova: 05/12/2022

INSCRIÇÃO	TURMA	NOME DO CANDIDATO	
ASSINO DECLARANDO QUE LI E COMPREENDI AS INSTRUÇÕES ABAIXO:		CÓDIGO	ORDEM

## INSTRUÇÕES

Conhecimentos Específicos

1. Confira, acima, o seu número de inscrição, turma e nome. Assine no local indicado.
2. Aguarde autorização para abrir o caderno de prova. Antes de iniciar a resolução das questões, confira a numeração de todas as páginas.
3. Esta fase é composta pela prova discursiva de Química, com sete questões.
4. As questões deverão ser resolvidas no caderno de prova e transcritas para a folha de versão definitiva, que será distribuída pelo aplicador de prova no momento oportuno.
5. A interpretação das questões é parte do processo de avaliação, não sendo permitidas perguntas aos aplicadores de prova.
6. Ao receber a folha de versão definitiva, examine-a e verifique se o nome impresso nela corresponde ao seu. Caso haja qualquer irregularidade, comunique-a imediatamente ao aplicador de prova.
7. As respostas das questões devem ser transcritas **NA ÍNTEGRA** para a folha de versão definitiva, com caneta preta. Serão corrigidas somente as questões transcritas para campo próprio na folha de versão definitiva. **Respostas transcritas em campos trocados serão anuladas.**
8. **Terá sua prova anulada e será automaticamente desclassificado do Processo Seletivo o candidato que:**
  - a) recusar-se a entregar o material de prova ao término do tempo destinado para a sua realização;
  - b) faltar com o devido respeito para com qualquer membro da equipe de aplicação da prova, autoridades presentes ou outro candidato;
  - c) praticar atos contra as normas ou a disciplina ou que gerem desconforto durante a aplicação da prova;
  - d) deixar de cumprir instruções/determinações do aplicador de prova ou inspetor;
  - e) descumprir as instruções contidas no caderno de prova;
  - f) for surpreendido em comunicação com outro candidato ou terceiros, verbalmente, por escrito ou por qualquer outro meio de comunicação;
  - g) utilizar meios fraudulentos ou ilegais para obter para si ou para terceiros a aprovação no Processo Seletivo;
  - h) não se submeter ao controle de detecção de metal;
  - i) ausentar-se do recinto durante a realização da prova sem o acompanhamento de membro da equipe de aplicação do Processo Seletivo;
  - j) afastar-se da sala durante a realização da prova portando o material de prova;
  - k) retirar-se da sala de prova antes de decorrida uma hora e trinta minutos do início da prova de acordo com o subitem 7.12 do edital;
  - l) retirar-se definitivamente da sala de prova em desacordo com o item 7.13 do edital (os três últimos candidatos de cada turma só poderão se retirar da sala de prova simultaneamente).
9. Ao concluir a prova, permaneça em seu lugar e comunique ao aplicador de prova. Aguarde autorização para entregar o material de prova.
10. Após sair definitivamente da sala de prova, dirija-se imediatamente ao portão de saída e retire-se do local de prova, sob pena de ser excluído do Processo Seletivo.
11. **Avalie a aplicação da prova:** acesse [www.nc.ufpr.br](http://www.nc.ufpr.br) e contribua para a melhoria deste processo (a avaliação ficará disponível por 30 dias após a aplicação da prova).

Química

DURAÇÃO DESTA PROVA: 2 horas e 30 minutos.



01 - **Valor: 5 pontos** Os ácidos carboxílicos compõem uma classe de substâncias orgânicas presentes no dia a dia. A ardência de uma picada de formiga, o sabor azedo das frutas cítricas e até mesmo as dores musculares depois de um dia de atividade física intensa são causados por ácidos carboxílicos. O produto de uso cotidiano mais comum que contém um ácido carboxílico é o vinagre. Geralmente na forma de uma solução a 5% de um ácido carboxílico em particular, o vinagre é utilizado na preparação de molhos e conservas ou diretamente como tempero. Além disso, os ácidos carboxílicos podem ser convertidos em outras substâncias denominadas “derivados de ácidos carboxílicos”.

- a) Apresente a estrutura química (em grafia bastão) da substância carboxilada presente no vinagre e indique o nome dessa substância.

---

---

---

---

---

---

- b) A substância carboxilada presente no vinagre pode ser transformada em um derivado com a fórmula  $C_2H_5NO$ . Forneça a estrutura (em grafia bastão) desse derivado e indique a qual classe de derivados de ácido carboxílico o composto de fórmula  $C_2H_5NO$  pertence.

---

---

---

---

---

---

02 - **Valor: 5 pontos** Recentemente, cientistas divulgaram um estudo que indicaria a presença da molécula fosfina, constituída por um átomo de fósforo ( $Z = 15$ ) e três átomos de hidrogênio ( $Z = 1$ ), na atmosfera de Vênus. O estudo teve grande repercussão porque a presença dessa molécula sugere o envolvimento de microrganismos anaeróbicos naquele planeta. Esses microrganismos seriam capazes de absorver fosfato de minerais e materiais biológicos e expelir a fosfina no ambiente. No entanto, novos estudos refutaram aquele trabalho, indicando que na verdade trata-se da presença de outra molécula formada em processos que não dependem de microrganismos.

WITZE, A. Life on Venus claim faces strongest challenge yet. *Nature*, v. 590, 28 jan. 2021.  
Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-021-00249-y>.

**Diante do exposto, responda o que se pede.**

- a) Escreva a distribuição eletrônica em níveis de energia do átomo de fósforo.

---

---

- b) Construa uma estrutura de Lewis para a molécula de fosfina, indicando claramente os pares de elétrons ligantes e isolados.

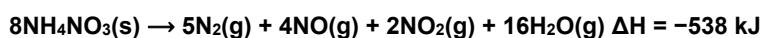
---

---

- c) O fósforo é um elemento essencial para os organismos vivos. Indique o nome de duas classes de biomoléculas que contêm fósforo.

- d) Na natureza, um dos principais minérios que contêm fósforo é a apatita, constituído principalmente por fosfato de cálcio. O íon fosfato, derivado do ácido fosfórico, combina-se com íons cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e forma um sal insolúvel em água. Qual é a fórmula mínima do sal fosfato de cálcio?

- 03 - Valor: 6 pontos As impressionantes imagens da explosão num depósito de nitrato de amônio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $M = 80 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) no porto de Beirute mostraram o poder de detonação desse composto utilizado como fertilizante. De acordo com as informações oficiais, havia 2750 toneladas de nitrato de amônio estocadas no depósito. Com a explosão, parte da cidade foi destruída, resultando em centenas de mortos e milhares de feridos. Uma onda de choque foi sentida a mais de 200 km de distância. O nitrato de amônio à temperatura ambiente é estável, não é volátil nem inflamável, porém pode explodir se for mantido em confinamento e na presença de uma fonte de detonação. É necessário evitar temperaturas acima de  $210 \text{ }^\circ\text{C}$ , em que o nitrato de amônio sofre decomposição. Uma série de reações ocorre acima dessa temperatura e a principal reação envolvida na explosão do nitrato de amônio é mostrada na equação a seguir:



A quantidade de energia liberada numa explosão é normalmente referenciada em equivalência de tonelada de TNT (trinitrotolueno), que corresponde ao “ton”. Um “kiloton”, que equivale a  $10^3$  toneladas (de TNT), é a unidade de energia igual a  $4,2 \times 10^{12}$  joules.

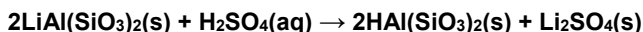
Dado: 1 tonelada =  $10^6$  g.

- a) Calcule a massa de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  que corresponde à quantidade de matéria de 8 mol presente na equação mostrada. Apresente como você calculou esse valor.

- b) Considerando que apenas a reação mostrada na equação ocorra na explosão, calcule a quantidade de energia liberada (em J) a partir da massa de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  contida naquele depósito. Mostre os cálculos detalhadamente.

- c) Calcule a quantidade equivalente em kiloton (de TNT) para essa explosão. Mostre como você chegou ao valor.

- 04 - **Valor: 6 pontos** Tendo em vista que o lítio é empregado em baterias recarregáveis, a demanda por esse elemento vem aumentando expressivamente, sendo alavancada em especial pela indústria de carros elétricos. Uma das fontes naturais desse elemento é o mineral espodumênio, que é tratado com ácido sulfúrico para extrair o lítio, conforme a equação química a seguir:



O  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  é dissolvido em água, separado do resíduo sólido e em seguida precipitado na forma do produto desejado. Quando se usa  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  como agente precipitante, o produto obtido é  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ .

Considerando as informações apresentadas, responda o que se pede.

(Considere as massas atômicas: Al=27; C=12; H=1; Li=7; O=16; S=32; Si=28.)

- a) Qual é a massa molar do  $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$  em  $\text{g mol}^{-1}$ ?

---



---



---

- b) A partir de 100 g de  $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$ , qual é a massa do  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  a ser obtido em gramas?

---



---



---

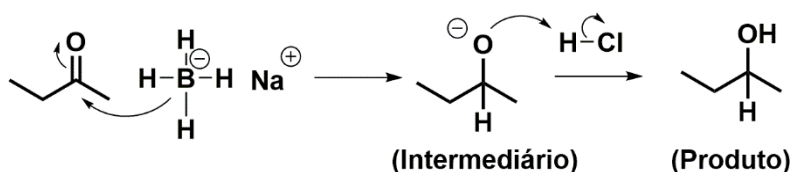


---

- c) Escreva a equação química balanceada da precipitação de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  a partir de  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  e  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , indicando os estados de agregação de cada substância.

---

- 05 - **Valor: 6 pontos** A reação de redução de um composto carbonilado com borohidreto de sódio ( $\text{NaBH}_4$ ) é uma das transformações mais utilizadas nos laboratórios de química orgânica, especialmente por conta dos altos rendimentos e da facilidade de manipulação dos reagentes. Nessa reação, o íon borohidreto transfere os seus hidrogênios, na forma de hidretos, para a carbonila de um aldeído ou uma cetona, formando um intermediário denominado alcóxido. No fim da reação, a adição de ácido clorídrico leva ao produto, como mostrado no esquema simplificado a seguir:



Considerando o esquema apresentado, responda o que se pede.

- a) A qual classe de compostos orgânicos pertence o produto da reação mostrada?

---



---

- b) Considerando que todos os hidrogênios do íon borohidreto ( $\text{BH}_4^-$ ) são transferidos (cada um para uma molécula de butanona diferente), qual é a massa (em gramas) de borohidreto de sódio necessária para transformar 144 g da butanona no produto correspondente? Apresente os cálculos, assumindo que as massas molares são: butanona =  $72 \text{ g mol}^{-1}$ ;  $\text{NaBH}_4 = 38 \text{ g mol}^{-1}$  e produto =  $74 \text{ g mol}^{-1}$ .

- c) Qual seria a estrutura do produto formado se o composto carbonilado empregado na reação fosse o butanal (butiraldeído)? Apresente a estrutura do produto (em grafia bastão).

06 - Valor: 6 pontos Os compostos but-1-eno e but-2-eno são isômeros constitucionais de posição. O but-2-eno pode apresentar isomeria geométrica, ou seja, pode ocorrer na forma do (*E*)-but-2-eno e (*Z*)-but-2-eno. Ambos os compostos (but-1-eno e but-2-eno) podem sofrer hidrogenação catalisada por metal levando a um produto com fórmula  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ .

Com base nos conhecimentos de química orgânica e diante do exposto, faça o que se pede.

- a) Apresente e identifique corretamente as estruturas (em grafia bastão) dos isômeros but-1-eno e but-2-eno.

- b) Apresente e identifique corretamente as estruturas (em grafia bastão) dos isômeros (*E*)-but-2-eno e (*Z*)-but-2-eno.

- c) Apresente a estrutura (em grafia bastão) e forneça o nome do composto de fórmula  $C_4H_{10}$  citado como produto da hidrogenação dos compostos but-1-eno e but-2-eno.

07 - Valor: 6 pontos Antes do desenvolvimento de equipamentos e técnicas modernas, os químicos tinham de se basear apenas em estudos de reatividade e de síntese de compostos para propor a estrutura geométrica das moléculas. Supondo-se que nessa época era conhecido um composto de fórmula  $CH_2Cl_2$ , poder-se-ia propor dois arranjos geométricos de quatro átomos ao redor do átomo de carbono central: planar (quadrado) ou tetraédrico. Todas as tentativas de sínteses produziram somente uma mesma substância de fórmula  $CH_2Cl_2$ , o que descartava a existência de isômeros.

- a) Assumindo-se o arranjo geométrico como sendo planar (quadrado), haveria isômeros? Justifique a resposta com desenhos esquemáticos das possíveis estruturas para esse arranjo.

---

---

---

---

---

- b) Assumindo-se o arranjo geométrico como sendo tetraédrico, haveria isômeros? Justifique a resposta com desenhos esquemáticos das possíveis estruturas para esse arranjo.

---

---

---

---

---

- c) Qual é o arranjo geométrico da molécula coerente com o fato exposto no texto? Justifique sua resposta.

---

---

---

---

---