



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 pelas provas discursivas de Física e Química, com sete questões cada.
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 e contribua para a melhoria deste processo (a avaliação ficará disponível por 30 dias após a aplicação da prova).

Física e Química

DURAÇÃO DESTA PROVA: 5 horas.

FORMULÁRIO

$x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$	$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$	$F = qvB\text{sen } \theta$	$Q = mc\Delta T$
$n = \frac{c}{v}$	$F_{e,max} = \mu_e N$	$Q = mL$	$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_i \frac{1}{R_i}$
$V = Ri$	$P = \frac{F_N}{A}$	$v = \lambda f$	$W = \Delta E_c$
$\eta = \frac{V}{\varepsilon}$	$v = \omega R$	$P = Vi$	$PV = nRT$
$C_{eq} = \sum_i C_i$	$\eta = 1 - \frac{T_f}{T_q}$	$v = v_0 + at$	$V = \varepsilon + Ri$
$E_c = \frac{mv^2}{2}$	$L = L_0(1 + \alpha\Delta T)$	$M_F = Fd\text{sen } \theta$	$ \vec{F} = k\Delta L$
$\vec{F} = m\vec{a}$	$\frac{1}{C_{eq}} = \sum_i \frac{1}{C_i}$	$U_g = mgh$	$V = Ed$
$P = \frac{W}{\Delta t}$	$n_1\text{sen } \gamma_1 = n_2\text{sen } \gamma_2$	$R_{eq} = \sum_i R_i$	$W = Fd\text{cos } \theta$
$V = \varepsilon - Ri$	$a_c = \frac{v^2}{R}$	$V = V_0(1 + \gamma\Delta T)$	$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$
$E = hf$	$q = CV$	$\vec{Q} = m\vec{v}$	$\vec{F} = q\vec{E}$
$F_c = \mu_c N$	$A = A_0(1 + \beta\Delta T)$	$U = \frac{CV^2}{2}$	$U = qV$
$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$	$f = \frac{1}{T}$	$\epsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$	$\sum_i \Delta V_i = 0$

Os cálculos para se chegar às respostas devem ser apresentados na versão definitiva.

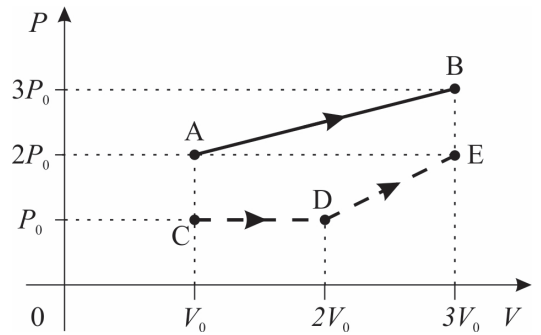
As grandezas devem ser apresentadas com as unidades corretas na versão definitiva.

A notação utilizada deve ser a definida nesta prova.

FÍSICA

(Veja o formulário na contra capa da prova.)

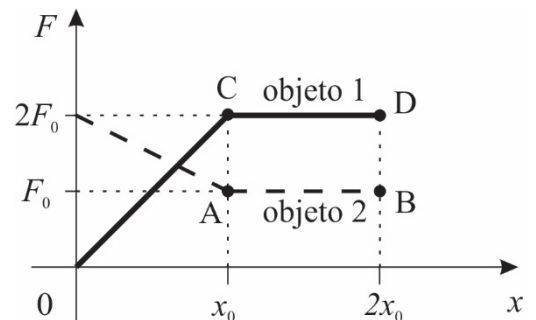
- 01 - **Valor: 6 pontos** Dois processos termodinâmicos independentes são apresentados no diagrama $P \times V$ da figura ao lado, em que P representa a pressão e V , o volume. O processo AB inicia no ponto A e termina no ponto B, e é representado por uma linha cheia, enquanto o processo CDE inicia no ponto C, passa pelo ponto D e chega ao ponto E, e é representado por uma linha tracejada. Considerando que um gás ideal seja utilizado para executar os processos representados na figura, responda o que se pede.



- a) Determine o valor numérico da razão $\frac{T_B}{T_E}$ entre as temperaturas finais do gás ao término de cada processo, considerando que em A a temperatura do gás vale $T_A = 2T_0$ e em C ela vale $T_C = T_0$.

- b) Obtenha uma expressão algébrica para o trabalho W_{AB} realizado pelo gás no processo AB.

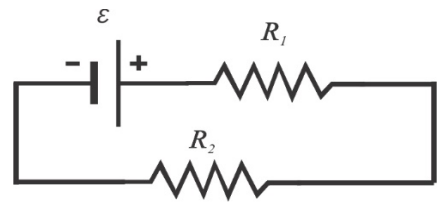
- 02 - Dois objetos (objeto 1 e objeto 2), de massas constantes m_1 e m_2 , movem-se sobre linhas retas paralelas e são submetidos a forças resultantes \vec{F}_1 e \vec{F}_2 , respectivamente, que agem paralelamente e no mesmo sentido que o do movimento. O gráfico ao lado apresenta o comportamento da intensidade dessas forças em função da posição ao longo da reta pela qual os objetos se movem. As medições são todas feitas por um referencial inercial, e sabe-se que $m_1 = 4m_2$. A linha cheia representa o comportamento da intensidade da força para o objeto 1, e a linha tracejada, para o objeto 2. Com base nas informações apresentadas, responda o que se pede.



- a) Determine o valor numérico da razão $\frac{a_1}{a_2}$ entre as intensidades das acelerações dos dois objetos quando eles estão na posição $2x_0$.

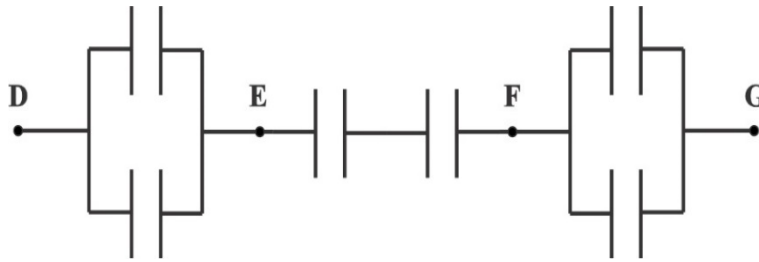
- b) Determine algebricamente a variação da energia cinética ΔE_c quando o objeto 2 passa da posição x_0 para a posição $2x_0$.

- 03 - Valor: 5 pontos No circuito elétrico ao lado, o gerador é ideal e tem uma fem $\epsilon = 30 \text{ V}$, e pelo resistor de resistência R_2 passa uma corrente $i = 1 \text{ A}$. Determine o valor da resistência R_1 sabendo que $R_2 = 2R_1$.



- 04 - Valor: 5 pontos Um objeto de massa m constante move-se em linha reta num movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV) de acordo com a equação de posição $x(t) = -3 - 2t + 5t^2$, em que a posição x é medida em metros e o tempo t , em segundos. Considerando que um referencial inercial faz todas as observações pertinentes ao problema, determine o valor da velocidade do objeto no instante $t = 5 \text{ s}$.

05 - **Valor: 6 pontos** A figura abaixo apresenta o trecho de um circuito onde há uma associação de capacitores. Todos os capacitores da figura têm a mesma capacitância, que vale C .



Com base na figura, responda o que se pede.

a) Determine algebricamente a capacitância C_{DE} do capacitor equivalente entre os pontos D e E.

RASCUNHO

b) Determine algebricamente a capacitância C_{EG} do capacitor equivalente entre os pontos E e G.

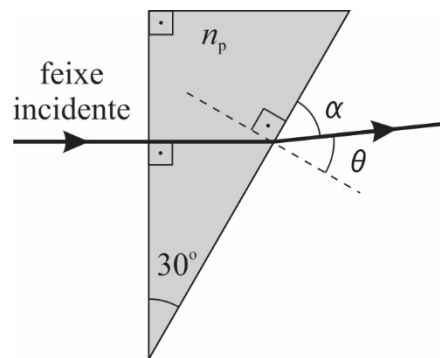
RASCUNHO

06 - **Valor: 6 pontos** Um certo material é colocado dentro de um calorímetro ideal e está na fase sólida a uma temperatura $T_0 = 25\text{ °C}$. Essa é a temperatura na qual ele tem seu ponto de fusão. Sabe-se que há 250 g de material, e que seu calor específico é constante e vale $c = 2,0\text{ J/g °C}$. Além disso, seu calor latente de fusão vale $L_f = 50\text{ J/g}$, e sua temperatura de ebulição vale 150 °C . Com base nessas informações, determine a quantidade de calor Q que deve ser fornecida para que o material atinja a temperatura $T_f = 65\text{ °C}$. Suponha que não há nenhum tipo de perda durante todo o processo e que todo o calor fornecido é absorvido pelo material.

RASCUNHO

- 07 - **Valor: 6 pontos** Um feixe de luz incide num prisma triangular. Um dos ângulos internos do prisma é reto, e os outros valem 30° e 60° . Esse prisma está imerso em ar, que tem um índice de refração $n_{ar} = 1$. O feixe incide perpendicularmente em uma das superfícies do prisma vindo do ar, atravessa o prisma e incide noutra superfície do prisma, retornando novamente para o ar, conforme ilustra a figura. O índice de refração do prisma vale n_p .

Sabendo que $\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = \frac{1}{2}$, $\sin 60^\circ = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$, $\sin \theta = \cos \alpha = \frac{3}{5}$ e $\cos \theta = \frac{4}{5}$, determine o valor numérico do índice de refração do prisma.



QUÍMICA

- 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.

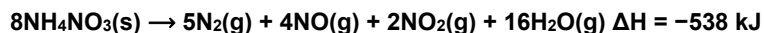
- a) Escreva a distribuição eletrônica em níveis de energia do átomo de fósforo.

- 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 (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 (NH_4NO_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.

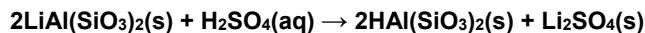
Dado: 1 tonelada = 10^6 g.

- a) Calcule a massa de NH_4NO_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 NH_4NO_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 Li_2SO_4 é dissolvido em água, separado do resíduo sólido e em seguida precipitado na forma do produto desejado. Quando se usa Na_2CO_3 como agente precipitante, o produto obtido é Li_2CO_3 .

Considerando as informações apresentadas, responda o que se pede.

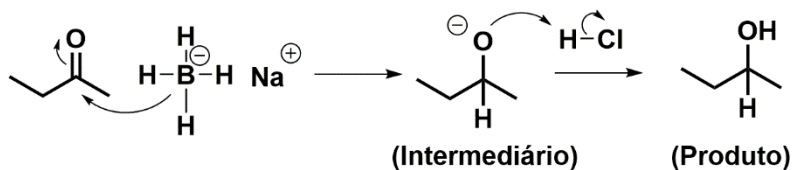
(Considere as massas atômicas: Al=27; C=12; H=1; Li=7; O=16; S=32; Si=28.)

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

- b) A partir de 100 g de $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$, qual é a massa do Li_2SO_4 a ser obtido em gramas?

- c) Escreva a equação química balanceada da precipitação de Li_2CO_3 a partir de Li_2SO_4 e Na_2CO_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 (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 (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 g mol^{-1} ; $\text{NaBH}_4 = 38 \text{ g mol}^{-1}$ e produto = 74 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 C_4H_{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.

RASCUNHO

- 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.

RASCUNHO

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.

RASCUNHO

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

RASCUNHO

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

RASCUNHO