



# PROCESSO SELETIVO 2018

Edital 42/2017 - NC - Prova: 27/11/2017

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

Conhecimentos Específicos

## INSTRUÇÕES

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. A prova desta fase é composta de 7 questões discursivas de Física e 7 questões discursivas de Química.
4. As questões deverão ser resolvidas no caderno de prova e transcritas na 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** na folha de versão definitiva, com caneta preta.  
**Serão consideradas para correção apenas as respostas que constem na folha de versão definitiva.**
8. Não será permitido ao candidato:
  - a) Manter em seu poder relógios e aparelhos eletrônicos ou qualquer objeto identificável pelo detector de metais. Tais aparelhos deverão ser desligados e colocados **OBRIGATORIAMENTE** dentro do saco plástico, que deverá ser acomodado embaixo da carteira ou no chão. É vedado também o porte de armas.
  - b) Usar bonés, gorros, chapéus ou quaisquer outros acessórios que cubram as orelhas.
  - c) Usar fone ou qualquer outro dispositivo no ouvido. O uso de tais dispositivos somente será permitido quando indicado para o atendimento especial.
  - d) Levar líquidos, exceto se a garrafa for transparente e sem rótulo.
  - e) Comunicar-se com outro candidato, usar calculadora e dispositivos similares, livros, anotações, réguas de cálculo, impressos ou qualquer outro material de consulta.
  - f) Portar carteira de documentos/dinheiro ou similares.
  - g) Usar óculos escuros, ressalvados os de grau, quando expressamente por recomendação médica, devendo o candidato, então, respeitar o subitem 4.6.5 do Edital.
  - h) Emprestar materiais para realização das provas.**Caso alguma dessas exigências seja descumprida, o candidato será excluído do processo.**
9. O tempo de resolução das questões, incluindo o tempo para a transcrição na folha de versão definitiva, é de 5 horas.
10. Ao concluir a prova, permaneça em seu lugar e comunique ao aplicador de prova. Aguarde autorização para entregar o caderno de prova, a folha de versão definitiva e a ficha de identificação.
11. **Avalie a aplicação da prova:** acesse [www.nc.ufpr.br](http://www.nc.ufpr.br) até 15/12/2017 e contribua para a melhoria da qualidade da prova.

Física e Química

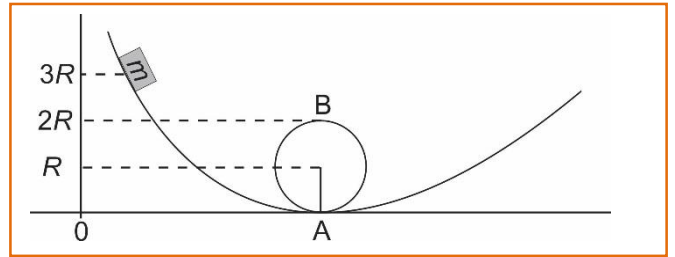
DURAÇÃO DESTA PROVA: 5 horas.

Não esqueça de avaliar a aplicação da prova!  
[www.nc.ufpr.br](http://www.nc.ufpr.br)



## FÍSICA

- 01 - Uma pista de lançamento foi montada contendo uma parte circular, de raio  $R$ , conforme mostra a figura abaixo. A pista está apoiada sobre a superfície da Terra, considerada como sendo um referencial inercial. A aceleração gravitacional no local é assumida como constante e tem módulo  $g$ . O ponto A está na parte mais baixa do trajeto circular, junto ao chão, e o ponto B está na parte mais alta do trajeto circular, numa altura  $2R$  em relação ao chão. Um objeto de massa  $m$  está colocado no início da pista, num ponto que fica a uma altura  $3R$  do chão, e está inicialmente em repouso. Para esse problema, todos os efeitos dissipativos devem ser desconsiderados. O objeto inicia o movimento a partir do repouso, desce a rampa, passa pelo ponto A, executa *loop* no sentido anti-horário passando pelo ponto B, volta ao ponto A e sai pela extremidade direita da pista.



Com base nesses dados, obtenha uma expressão algébrica para o módulo da velocidade  $v_B$  do objeto quando ele passa pelo ponto B após ser liberado a partir do repouso. Na expressão, somente devem aparecer dados fornecidos no problema.

RASCUNHO

- 02 - Numa experiência para demonstrar princípios de calorimetria, um estudante fez o seguinte procedimento: colocou 100 g de água, na forma de gelo, a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , num recipiente vazio, e o aqueceu até obter água a  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Na sequência, ele removeu aquela quantidade de água do recipiente e colocou novamente 100 g de água, só que agora líquida, a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , no recipiente vazio, e forneceu a mesma quantidade de calor utilizada na etapa anterior. Sabe-se que, no local, água congela a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , o calor latente de fusão da água vale  $L = 80\text{ cal/g}$ , e o calor específico da água (tomado como constante em toda a faixa de temperatura da experiência) vale  $c = 1\text{ cal/g }^{\circ}\text{C}$ . Além disso, desprezam-se todas as perdas de calor para o ambiente, e a capacidade térmica do recipiente também deve ser desprezada.

Considerando esses dados, determine a temperatura final da massa de água após a segunda etapa.

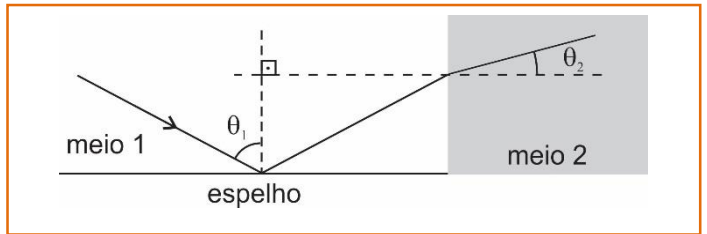
RASCUNHO

03 - Um feixe de luz incide num espelho plano fazendo um ângulo  $\theta_1 = 60^\circ$  com a normal ao espelho, propagando-se pelo ar (meio 1). O feixe refletido propaga-se no meio 1 e incide na interface entre o meio 1 e o meio 2, onde sofre refração. O feixe refratado sai com ângulo  $\theta_2$  com relação à normal à interface, conforme mostra a figura ao lado. As duas normais são perpendiculares entre si. Sabe-se que o índice de refração do ar vale  $n_1 = 1$ , que

$$\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = \frac{1}{2}, \text{ que } \sin 60^\circ = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ e}$$

$$\text{que } \sin \theta_2 = \frac{1}{5} \text{ e } \cos \theta_2 = \frac{2\sqrt{6}}{5}. \text{ Além disso, a velocidade da luz no meio 1 é } c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s.}$$

Levando em consideração os dados apresentados, determine o valor da velocidade da luz no meio 2.

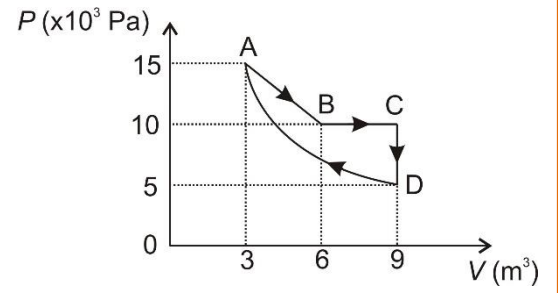


04 - Numa experiência feita para investigar relações entre grandezas eletrostáticas, duas placas condutoras paralelas A e B, separadas por uma distância  $d = 5$  cm, foram submetidas a uma diferença de potencial  $U = 100$  V, sendo que a placa que tem o potencial elétrico mais alto é a B. Por hipótese, como as dimensões das placas são muito maiores que a distância que as separa, o campo elétrico que se estabeleceu entre elas pode ser considerado, para todos os efeitos, como sendo uniforme.

a) Determine o módulo do campo elétrico existente na região entre as placas.

b) Uma partícula com carga  $q = 3,2 \mu\text{C}$  sai da placa B e chega à placa A. Qual o trabalho realizado pela força elétrica sobre essa partícula durante esse movimento?

05 - No desenvolvimento de uma certa máquina térmica, o ciclo termodinâmico executado por um gás ideal comporta-se como o apresentado no diagrama  $P \times V$  (pressão x volume) ao lado.

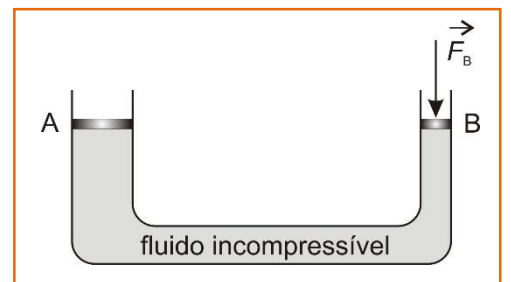


a) Qual o trabalho realizado pelo gás durante o processo AB?

b) Sabendo que a temperatura do gás no ponto B vale  $T_B = 300$  K, determine a temperatura do gás no ponto C.

c) O processo DA é isotérmico. Qual a variação de energia interna do gás nesse processo?

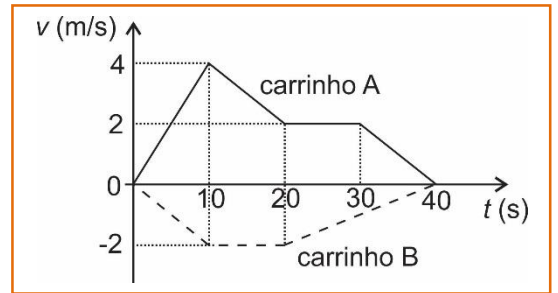
06 - Numa prensa hidráulica, um fluido incompressível é utilizado como meio de transferência de força de um êmbolo para outro. Numa dessas prensas, uma força  $\vec{F}_B$  foi aplicada ao êmbolo B durante um intervalo de tempo  $\Delta t = 5$  s, conforme mostra a figura ao lado. Os êmbolos A e B estavam inicialmente em repouso, têm massas desprezíveis e todas as perdas por atrito podem ser desprezadas. As observações foram todas feitas por um referencial inercial, e as áreas dos êmbolos são  $A_A = 30$  cm<sup>2</sup> e  $A_B = 10$  cm<sup>2</sup>. A força aplicada ao êmbolo B tem intensidade  $F_B = 200$  N e o fluido da prensa é incompressível.



a) Durante o tempo de aplicação da força  $\vec{F}_B$ , o êmbolo B desceu por uma distância  $d_B = 6$  cm. Qual a potência média do agente causador da força  $\vec{F}_B$ ?

- b) Qual a intensidade  $F_A$  da força produzida sobre o êmbolo A?

07 - Numa competição envolvendo carrinhos de controle remoto, a velocidade de dois desses carrinhos foi medida em função do tempo por um observador situado num referencial inercial, sendo feito um gráfico da velocidade  $v$  em função do tempo  $t$  para ambos os carrinhos. Sabe-se que eles se moveram sobre a mesma linha reta, partiram ao mesmo tempo da mesma posição inicial, são iguais e têm massa constante de valor  $m = 2 \text{ kg}$ . O gráfico obtido para os carrinhos A (linha cheia) e B (linha tracejada) é mostrado ao lado.



Com base nos dados apresentados, responda:

- a) Após 40 s de movimento, qual é a distância entre os dois carrinhos?

- b) Quanto vale o trabalho total realizado sobre o carrinho A entre os instantes  $t = 0 \text{ s}$  e  $t = 10 \text{ s}$ ?

- c) Qual o módulo da força resultante sobre o carrinho B entre os instantes  $t = 20 \text{ s}$  e  $t = 40 \text{ s}$ ?

## QUÍMICA

**01 - Mergulhadores que utilizam cilindros de ar estão sujeitos a sofrer o efeito chamado “narcose pelo nitrogênio” (ou “embriaguez das profundezas”). Devido à elevada pressão parcial do nitrogênio na profundidade das águas durante o mergulho, esse gás inerte se difunde no organismo e atinge o sistema nervoso, causando efeito similar a embriaguez pelo álcool ou narcose por gases anestésicos. A intensidade desse efeito varia de indivíduo para indivíduo, mas em geral começa a surgir por volta de 30 m de profundidade. No mergulho, a cada 10 m de profundidade, aproximadamente 1 atm é acrescida à pressão atmosférica. A composição do ar presente no cilindro é a mesma da atmosférica e pode ser considerada como 80% N<sub>2</sub> e 20% O<sub>2</sub>.**

Dados:  $PV = nRT$ ;  $R = 0,082 \text{ L}\cdot\text{atm}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

- a) Um mergulhador está numa profundidade de 30 m. Qual é a pressão total a que esse mergulhador está submetido?

---



---

- b) Calcule a pressão parcial de N<sub>2</sub> inspirada pelo mergulhador que utiliza o cilindro a 30 m de profundidade. Mostre o cálculo.

---



---

- c) Considere um mergulhador profissional que possui uma capacidade pulmonar de 6 litros. Calcule a quantidade de matéria de N<sub>2</sub> na condição de pulmões totalmente cheios de ar quando o mergulhador está a 30 m de profundidade e à temperatura de 298 K (25 °C). Mostre o cálculo.

**02 - O carbonato de sódio é um composto largamente usado para corrigir o pH em diversos sistemas, por exemplo, água de piscina. Na forma comercial, ele é hidratado, o que significa que uma quantidade de água está incluída na estrutura do sólido. Sua fórmula mínima é escrita como Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·xH<sub>2</sub>O, em que x indica a razão de mols de água por mol de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. O valor de x pode ser determinado através de uma análise gravimétrica. Uma amostra de 2,574 kg do sal hidratado foi aquecida a 125 °C, de modo a remover toda a água de hidratação. Ao término, a massa residual de sólido seco foi de 0,954 kg.**

Dados:  $M \text{ (g mol}^{-1}\text{): Na}_2\text{CO}_3 = 106; \text{H}_2\text{O} = 18$ .

- a) Calcule a quantidade de matéria presente no sal seco. Mostre claramente seus cálculos.

---



---



---

- b) Calcule a quantidade de matéria de água que foi removida pelo aquecimento. Mostre claramente seus cálculos.

---



---



---

- c) Calcule a razão entre os resultados dos itens b) e a).

---

- d) Forneça a fórmula mínima do sal hidratado incluindo o valor de x.

---

**O texto abaixo é referência para as questões 03 e 04.**

Molécula-chave da vida é “vista” por radiotelescópio. A partir de observações feitas pelo Alma, o maior radiotelescópio do mundo, dois grupos internacionais de cientistas detectaram mais uma vez, no espaço, moléculas pré-bióticas – um dos ingredientes necessários para a existência de vida. Desta vez, os astrônomos observaram a presença do composto isocianato de metila em imensas nuvens de poeira. O isocianato de metila tem estrutura semelhante à unidade fundamental das proteínas. O isocianato de metila pode ser considerado derivado do ácido isociânico, de fórmula HNCO.

(Fonte: <<http://ciencia.estadao.com.br>>. Adaptado.)

**03 - Com base no texto:**

- a) Desenhe a estrutura de Lewis do ácido isociânico, indicando as ligações covalentes por traços (-). (Não é necessário indicar os pares de elétrons isolados (não ligantes).)

- b) Faça uma projeção da estrutura espacial da molécula e indique a sua geometria (linear, angular, piramidal, tetraédrica etc.).

- c) Qual é o valor de NOX do carbono na molécula de ácido isociânico? Mostre como chegou ao resultado.

---



---



---



---

**04 - O ácido isociânico (HNCO) é um isômero do ácido cianico (HOCN). Ambos são considerados ácidos fracos e possuem o mesmo valor de  $pK_a = 3,5$  e constante ácida  $K_a = 3,2 \times 10^{-4}$ .**

- a) Escreva a equação balanceada da reação de neutralização do ácido isociânico por hidróxido de potássio (KOH), incluindo os estados físicos das espécies.

---



- b) Escreva a equação balanceada de equilíbrio da reação de ionização do ácido isociânico em água, incluindo os estados físicos das espécies.

- c) Considere uma solução aquosa  $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  de ácido isociânico. Monte um esquema indicando as concentrações das espécies na situação imediata após dissolução do ácido e na situação de equilíbrio ácido-base conjugada.

- d) Calcule a concentração de íons  $\text{H}_3\text{O}^+$  na condição de equilíbrio estabelecido do item anterior. Mostre os cálculos.  
Dados:  $\sqrt{3,2} = 1,8$

**05 - O etileno glicol, ou etano-1,2-diol, é utilizado misturado com água como anticongelante e fluido de arrefecimento em motores resfriados à água nos automóveis. A principal propriedade da mistura com etileno glicol é o abaixamento da temperatura de fusão e o aumento da temperatura de ebulição da mistura em comparação com a água pura. Na tabela a seguir, são fornecidos dados referentes ao etileno glicol e à água, puros.**

	Etileno glicol	Água
<b>M / g·mol<sup>-1</sup></b>	62	18
<b>Temperatura de ebulição / °C (1 atm)</b>	197,3	100
<b>Temperatura de fusão / °C (1 atm)</b>	-12,9	0
<b>Constante ebulioscópica <math>K_c</math> / °C·kg·mol<sup>-1</sup></b>	2,3	0,52

Dados:  $\Delta T = K_c \cdot W$ ;  $Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T$

- a) Escreva um texto explicando, em termos de interações químicas, de que maneira o etileno glicol (ou etan-1,2-diol) atua, resultando nas mudanças mencionadas no texto. Que propriedade físico-química é alterada no líquido?

---



---



---



---



---



---

- b) Considere uma mistura 40% em massa de etileno glicol em água empregada como fluido de arrefecimento para automóveis. Calcule qual é a temperatura de ebulição dessa mistura à pressão de 1 atm. Mostre os cálculos.

---



---



---

- c) O etanol, apesar de ter um grupo  $-OH$  a menos que o etan-1,2-diol, poderia ser utilizado em mistura com água para elevar a temperatura de ebulição dessa mistura? Explique.

---



---



---



---



---



---

- d) O sistema de arrefecimento do automóvel é baseado na troca de calor entre o motor e o fluido circulante, que absorve calor da superfície e em seguida é resfriado no radiador. No sistema que utiliza a mistura 40% de etileno glicol, cuja capacidade calorífica é  $c_p = 0,82 \text{ cal}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}$ , o volume de circulação de fluido deve ser menor ou maior em comparação com água pura ( $c_p = 1,0 \text{ cal}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}$ ), para que a eficiência de arrefecimento seja mantida? Explique.

---



---



---



---

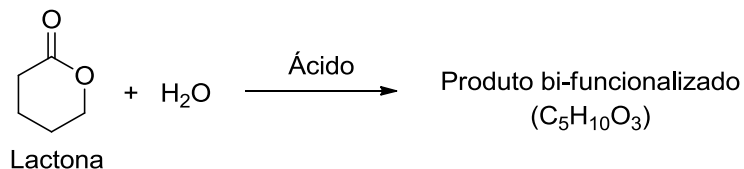


---



---

- 06 - Ésteres são as substâncias responsáveis pelos aromas e sabores de diversas frutas. Os ésteres são facilmente hidrolisados na presença de ácido inorgânico, resultando em dois produtos: um que contém um grupo carboxila e outro que contém um grupo hidroxila. No caso das lactonas, que são ésteres cíclicos, essa hidrólise resulta num único composto bi-funcionalizado, oriundo da abertura do anel. No esquema, é mostrada uma lactona que sofre hidrólise e resulta num produto bi-funcionalizado de fórmula molecular  $C_5H_{10}O_3$ .**



- a) Desenhe a estrutura química em grafia bastão do produto da reação.

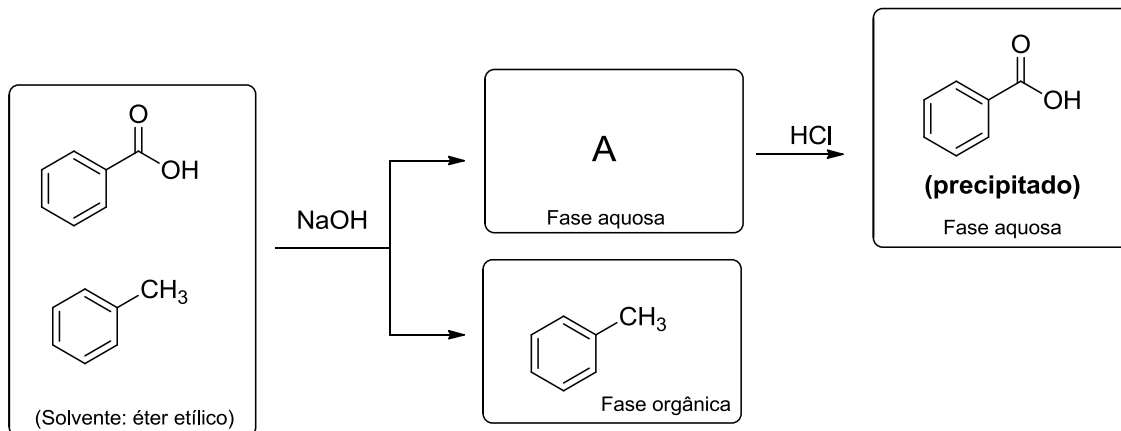
- b) Quais são os nomes das funções presentes no produto?

---

- c) Forneça o nome do produto segundo as regras da IUPAC.

---

07 - O processo de separação de uma substância é uma etapa de rotina no isolamento e purificação do produto de uma síntese. A extração ácido-base, por exemplo, é uma metodologia bem estabelecida para separação de tolueno e ácido benzoico em éter etílico. Nesse processo, a adição de uma solução aquosa de NaOH transforma seletivamente o ácido benzoico no composto A (esquema mostrado) e, devido à adição de água da solução aquosa, ocorre a formação de duas fases. O composto A solúvel na fase aquosa é separado da fase orgânica, enquanto o tolueno, solúvel na fase orgânica, permanece sem sofrer transformação. A adição de HCl na fase aquosa regenera o ácido benzoico, o qual precipita e pode ser separado.



Dados:	Constantes Físicas	Ácido benzoico	Tolueno	Éter etílico	Água
Densidade (g mL <sup>-1</sup> )		1,32	0,87	0,71	1,00
Temperatura de fusão (°C) (1 atm)		122	- 93	- 116	0
Temperatura de ebulição (°C) (1 atm)		249	110	35	100

a) Desenhe a estrutura química do composto A.

b) Na formação de duas fases mencionada no texto, indique qual é a fase superior e qual é a fase inferior. Justifique.

---



---



---

c) Elabore um texto sucinto citando qual ou quais técnicas seriam adequadas para separar o ácido benzoico recuperado após adição de HCl. Justifique o uso da(s) técnica(s) citada(s), baseando-se no fundamento da técnica ou das técnicas.

---



---



---



---