



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 01/2023) E DOUTORADO (EDITAL 02/2023) 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. Caso a questão esteja apenas assinalada sem os cálculos, a mesma será invalidada.
- 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	Al	Si	P	S	Cl	Ar	Ar
hélio 4,0026	neônio 20,180	flúor 18,998	oxigênio 15,999	nitrogênio 14,007	carbono 12,011	boro 10,81	alumínio 26,982	silício 28,085	fósforo 30,974	enxofre 32,06	cloro 35,45	argônio 39,95	argônio 39,95
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
H	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P
hidrogênio 1,008	lítio 6,94	berílio 9,0122	boro 10,81	carbono 12,011	nitrogênio 14,007	oxigênio 15,999	flúor 18,998	neônio 20,180	sódio 22,990	magnésio 24,305	alumínio 26,982	silício 28,085	fósforo 30,974
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S
lítio 6,94	berílio 9,0122	boro 10,81	carbono 12,011	nitrogênio 14,007	oxigênio 15,999	flúor 18,998	neônio 20,180	sódio 22,990	magnésio 24,305	alumínio 26,982	silício 28,085	fósforo 30,974	enxofre 32,06
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr
sódio 22,990	magnésio 24,305	alumínio 26,982	silício 28,085	fósforo 30,974	enxofre 32,06	cloro 35,45	argônio 39,95	potássio 39,098	calcio 40,078(4)	escândio 44,956	titânio 47,867	vanádio 50,942	cromo 51,996
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn
rubídio 85,468	estrôncio 87,62	ítrio 88,906	zircônio 91,224(2)	níbio 92,906	molibdênio 95,95	tecnécio 101,07(2)	rutênio 101,07(2)	ródio 102,91	paládio 106,42	prata 107,87	cadmio 112,41	estanho 118,71	estanho 118,71
55	56	57 a 71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb
césio 132,91	bário 137,33		hafnício 178,486(6)	tântalo 180,95	tungstênio 183,84	rênio 186,21	osmício 190,23(3)	irídio 192,22	platina 195,08	ouro 196,97	mercúrio 200,59	talho 204,38	chumbo 207,2
87	88	89 a 103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl
frâncio	rádio		rutherfordio 104	dubnio 105	seabórgio 106	bóhrio 107	hássio 108	metnécio 109	damásádio 110	roentgênio 111	copernício 112	nihônio 113	fleróvio 114
118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
Og	Lr		Rn	At	Po	Bi	Po	At	Po	Bi	Po	At	Po
oganessônio	laurêncio		rádio 226	astato 210	polônio 210	bismuto 208,98	polônio 210	astato 210	polônio 210	bismuto 208,98	polônio 210	astato 210	polônio 210

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

www.tabelaperiodica.org



Este QR Code dá acesso gratuito a todos os materiais de apoio sobre os elementos químicos.

Licença de uso Creative Commons BY-NC-SA 4.0 - Use somente para fins educacionais. Versão IUPAC/SBG (pt-br) com 5 algoritmos significativos, baseada em DOI:10.1515/poc-2015-0285 - atualizada em 23 de fevereiro de 2022



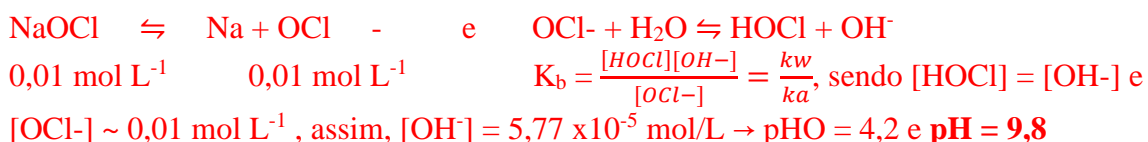
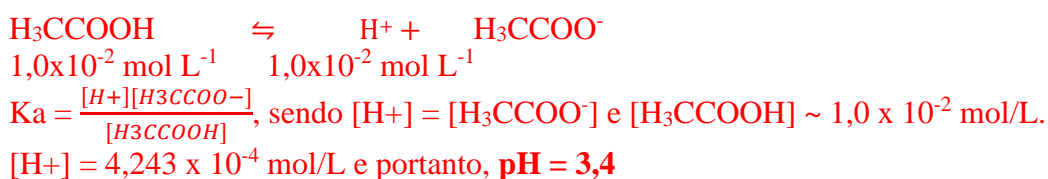
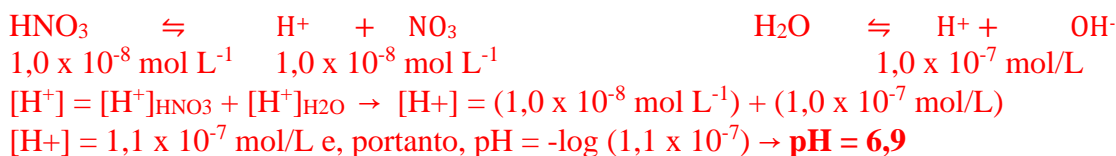
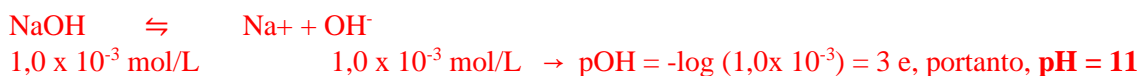
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Código de Identificação: \_\_\_\_\_

**Q01-** Assinale a alternativa que corresponde ao pH de uma solução de  $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$  de NaOH;  $1,0 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{HNO}_3$ ;  $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{H}_3\text{CCOOH}$  e  $\text{NaOCl}$   $0,01 \text{ mol L}^{-1}$  respectivamente. Dados ( $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$ ;  $K_a(\text{H}_3\text{CCOOH}) = 1,8 \times 10^{-5}$ ;  $K_a(\text{HOCl}) = 3,0 \times 10^{-8}$ )

- a) 11,0; 6,9; 3,4; 9,8
- b) 3,0; 8,0; 3,4; 7,5
- c) 11,0; 8,0; 3,4; 9,8
- d) 3,0; 6,9; 3,4; 7,5
- e) 11,0; 6,9; 2,0; 9,8





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** – Analise as afirmativas abaixo e julgue como verdadeira (V) ou falsa (F):

- (V) O pH no ponto de equivalência de uma titulação entre um ácido forte e uma base fraca é ácida.
- (V) O pH no ponto de equivalência entre um ácido forte e uma base forte é neutro.
- (F) O pH utilizado pelo método de Mohr deve ser ácido e pelo método de Volhard deve ser básico em volumetria de precipitação.
- (V) Agentes complexantes auxiliares evitam que o íon metálico (analito) precipite em pH alcalino e eliminam interferências.
- (F) O amido é utilizado como indicador em volumetria de óxido-redução sendo classificado como autoindicador.



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 vinagre deve ser analisada quanto ao teor de ácido acético por volumetria de neutralização. Para tanto o analista pipeta 25,00 mL da amostra para um erlenmeyer e adiciona algumas gotas do indicador e titula a solução com NaOH 0,50 mol/L. O ponto final da titulação foi alcançado após adição de 35,80 mL da base. ( $K_a$  ( $H_3CCOOH$ ) =  $1,8 \times 10^{-5}$ , Massa molecular do ácido acético:  $60,0 \text{ g mol}^{-1}$ ). Calcule a concentração de ácido acético na amostra em mol/L e percentagem m/v;



Em mol L<sup>-1</sup>:

$$n_{base} = n_{ácido}$$

$$C_{base} \times V_{base} = C_{ácido} \times V_{ácido}$$

$$0,50 \times 35,80 = C_{ácido} \times 25,00$$

$$C_{ácido} = 0,72 \text{ mol L}^{-1}$$

Em % (m/v):

$$n_{base} = n_{ácido}$$

$$C_{base} \times V_{base} = \frac{m_{ácido}}{MM_{ácido}}$$

$$0,50 \text{ mol L}^{-1} \times 35,80 \times 10^{-3} \text{ L} = \frac{m_{ácido}}{60,0 \text{ g/mol}}$$

$$m_{ácido} = 1,07 \text{ g}$$

portanto,

$$1,07 \text{ g} \frac{\quad}{25,00 \text{ mL}}$$

$$X \frac{\quad}{100 \text{ mL}}$$

$$X = 4,30\% \text{ (m/v)}$$



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** – A síntese da amônia na indústria é descrita pela equação química:



A tabela abaixo reporta a variação do valor de  $K_c$  com incremento da temperatura:

Temperatura (° C)	$K_c$ (L/ mol) <sup>2</sup>
25	$5,0 \times 10^8$
500	$6,0 \times 10^{-2}$
1000	$2,4 \times 10^{-3}$

Analisando os dados acima, julgue os itens a seguir, colocando **V** para **VERDADEIRO** e **F** para **FALSO**.

- ( **V** ) Diminuindo a quantidade de  $\text{NH}_{3(\text{g})}$ , o equilíbrio se desloca para a direita;
- ( **V** ) Diminuindo a quantidade de  $\text{N}_{2(\text{g})}$ , o equilíbrio se desloca para a esquerda;
- ( **F** ) Diminuindo o volume do sistema, o equilíbrio se desloca para a esquerda;
- ( **V** ) Aumentando a pressão do sistema, o equilíbrio se desloca para a direita;
- ( **F** ) Adicionando um poderoso catalisador inorgânico (ex. magnetita,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), o equilíbrio se desloca para direita;
- ( **V** ) Na reação em questão, os reagentes não são totalmente transformados em amônia;
- ( **F** ) No estado de equilíbrio, em um sistema fechado, estão presentes a amônia ( $\text{NH}_3$ ) ou os gases hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) e nitrogênio ( $\text{N}_2$ );
- ( **V** ) Analisando os valores de  $K_c$  da tabela, conclui-se que o rendimento da reação na indústria será maior na temperatura de 25°C do que na temperatura de 1.000°C;
- ( **V** ) A uma mesma temperatura, o aumento na concentração dos gases hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) e nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) alterará a concentração da amônia ( $\text{NH}_3$ ) no novo estado de equilíbrio sem alterar o valor de  $K_c$ ;
- ( **V** ) Se a equação acima for multiplicada por 2, a nova constante de equilíbrio será  $K_{c(\text{nova})}$

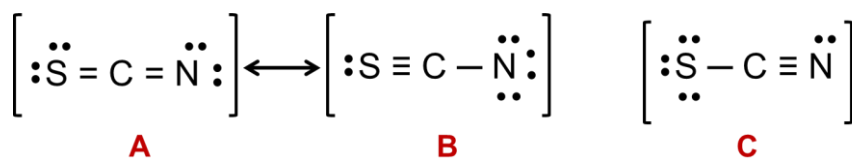
$$= K_{c(\text{antiga})}^2$$



Código de Identificação: \_\_\_\_\_

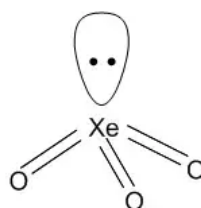
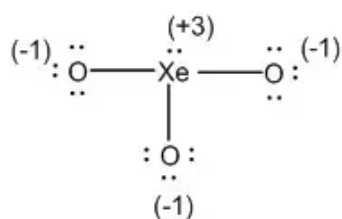
**Q05** - Desenhe as estruturas de Lewis, encontre as cargas formais e o número de coordenação total (NCT) para as seguintes espécies:

- a)  $\text{SCN}^-$       b)  $\text{XeO}_3$       c)  $\text{BF}_4^-$       d)  $\text{SO}_3^{2-}$



(0) (0) (-1)      (+1) (0) (-2)      (-1) (0) (0)

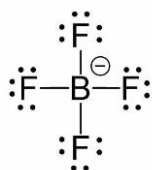
Estrutura **A** é a mais estável com  $\text{NCT} = 2 + 0 = 2$



Estrutura primitiva

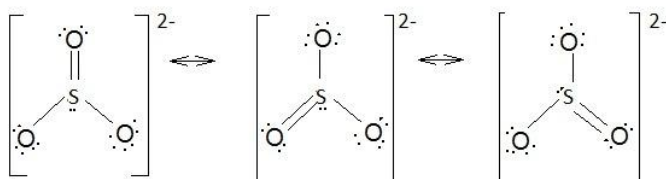
Estrutura com expansão do octeto (CFs ; Xe

= 0 e O = 0, seguindo o princípio da eletroneutralidade /  $\text{NCT} = 3 + 1 = 4$



CFs; B = -1 e F = 0 / Usar o princípio da eletroneutralidade para

justificar,  $\text{NCT} = 4 + 0 = 4$



CFs /; S = 0,  $\text{O}_{\text{simp}} = -1$  e  $\text{O}_{\text{dup}} = 0$  com  $\text{NCT} = 3 + 1 = 4$



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.** As propriedades gerais dos elementos, estrutura molecular e cargas formais desempenham um papel fundamental na compreensão e predição do comportamento químico das substâncias. Esses conceitos são essenciais para os químicos entenderem como os átomos interagem e se combinam para formar moléculas. Com base nestes conceitos, analise as afirmativas abaixo.

I) O carbono possui afinidade ao elétron mais negativa do que nitrogênio. Ou seja, o nitrogênio terá menor tendência em receber o elétron.

II) O berílio apresenta maior energia de ionização do que lítio, devido ao aumento da carga nuclear. (**FALSO** - O elétron adicional entra no orbital 2s do lítio, mas deve entrar no orbital  $2p_x$  do berílio, que está muito menos ligado ao núcleo (carga nuclear está bem blindada no Be))

III) O íon tiocianato ( $SCN^-$ ) apresenta um híbrido de ressonância com três estruturas mais importantes, sendo que a estrutura com carga formal -1 para nitrogênio é a mais importante.

IV) A espécie  $IO_5$  possui arranjo e estrutura octaédrica, com uma única estrutura que apresenta expansão do octeto no átomo central iodo. (**FALSO** -  $IO_5$  possui duas estruturas com expansão do octeto (com 12 e 14 elétrons), sendo que uma estrutura forma uma ligação dupla no oxigênio)

V)  $BrF_5$  apresenta arranjo piramidal de base quadrada ao redor do átomo central e estrutura molecular octaédrica. (**FALSO** - é o contrário!)

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





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** – Associe a primeira coluna (estrutura do composto) com a segunda coluna (nome do composto). Observe que a segunda coluna tem três itens a mais, portanto devem ficar três itens sem marcar:

(A)	$(\text{CH}_3)_2(\text{CH}_3\text{CH}_2)\text{CCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$	( ) 5-etil-5-metil-hexanal
(B)		( <b>E</b> ) Cloreto de pentanoíla
(C)		( <b>D</b> ) Anidrido etanoico propanoico
(D)		( <b>C</b> ) Ácido benzóico
(E)		( <b>A</b> ) 5,5-dimetil-heptanal
(F)		( <b>I</b> ) Ácido 5-etil-heptanoico
(G)		( <b>J</b> ) Acetato de potássio
(H)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{N}$	( <b>B</b> ) 5-Metil-hex-3-en-2-ona
(I)		( <b>G</b> ) Propanoato de etila
(J)		( <b>F</b> ) N-Metil-etanoamida
		( <b>H</b> ) Hexanonitrila
		( ) Cloreto de pentila
		( ) Anidrido propanoico etanoico



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** - Coloque F (Falsa) ou V (Verdadeira) para as seguintes sentenças:

- ( **V** ) O álcool butílico e éter etílico têm igual solubilidade em água
- ( **F** ) O fenol é um ácido mais forte do que o *p*-nitrofenol
- ( **V** ) O *m*-aminofenol é um ácido mais fraco do que o fenol
- ( **F** ) O álcool butílico tem ponto de ebulição menor do que o éter etílico
- ( **F** ) O metanol não forma ligação de hidrogênio com a acetona e nem com o éter etílico
- ( **F** ) Mistura racêmica tem atividade óptica
- ( **F** ) Enantiômeros são estereoisômeros que são imagens um do outro no espelho e são sobreponíveis
- ( **V** ) Os isômeros *Z* e *E* são diastereoisômeros
- ( **F** ) O fenol é menos reativo do que o benzeno frente a reagentes eletrofílicos
- ( **V** ) A reação do  $\text{Br}_2/\text{FeBr}_3$  com o tolueno conduz a formação de dois produtos principais, *o*- e *p*-bromotolueno



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**

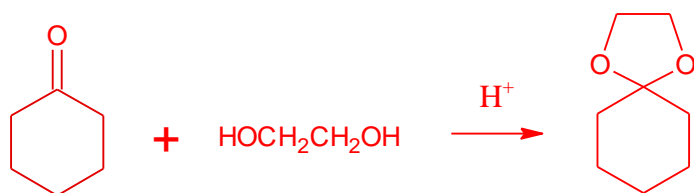


Código de Identificação: \_\_\_\_\_

**Q09** – Responda as questões que seguem:

I) (a) Esquematize a equação da reação da cicloexanona com o etilenoglicol em meio ácido. (b) A qual classe de compostos orgânicos pertence o produto formado?

I (a)

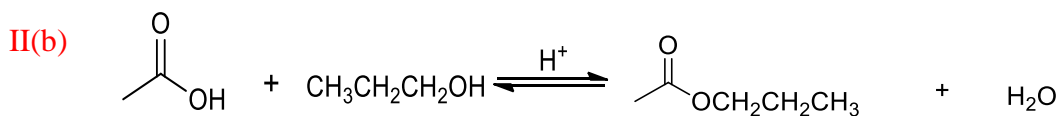
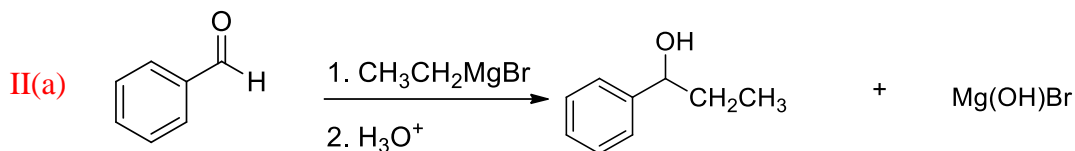


Cicloexanona etilenoglicol

cetal

I(b) - O produto formado pertence a classe dos cetais

II) Dê o produto das seguintes reações:



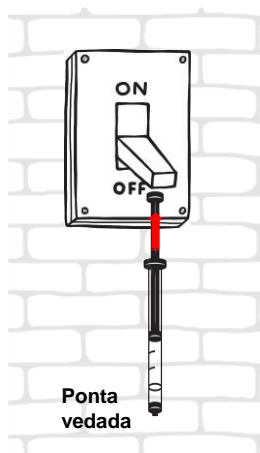


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Código de Identificação: \_\_\_\_\_

**Q10** - Com a enorme onda de calor que assola o mundo devido ao aquecimento global, várias produções de grãos têm sofrido com superaquecimento de seus estoques durante a etapa de secagem, especialmente as de produtores com menos recursos. No Piauí, em pleno BRO-Bró (*sigla referente aos meses mais quentes do ano na cidade, que terminam com "bro", a saber: setembro, outubro, novembro e dezembro*), um estudante de química estagiando em uma dessas produções resolveu criar um acionador automático de um climatizador instalado na sala de secagem, de modo a evitar esse superaquecimento e ganhar tempo para outras atividades no campo. O sistema é baseado na expansão do ar em uma seringa vedada na ponta e fixada próximo a um interruptor que liga o sistema de resfriamento, conforme mostra a Figura a seguir:



Antes de vedar a seringa, foi puxado parte do êmbolo para o ar entrar até um volume inicial de  $0,041 \text{ cm}^3$ .

- ✓ Temperatura inicial do ambiente =  $17 \text{ }^\circ\text{C}$
- ✓ Pressão da sala de secagem =  $1 \text{ atm}$
- ✓ Diâmetro interno da seringa =  $2 \text{ mm}$

**Qual seria a temperatura mínima de acionamento do interruptor pela seringa, considerando que o êmbolo da seringa deve deslocar no mínimo  $0,5 \text{ cm}$  para cima? (desconsidere qualquer atrito ou força que o êmbolo possa exercer internamente na seringa ou no interruptor)**

(DADOS:  $PV = nRT$ ;  $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ ;  $V_{\text{cilindro}} = \pi \cdot r^2 \cdot h$ ;  $T_K = T_{^\circ\text{C}} + 273$ )

- (a)  $-162 \text{ }^\circ\text{C}$
- (b)  $111 \text{ }^\circ\text{C}$
- (c)  $128 \text{ }^\circ\text{C}$**
- (d)  $162 \text{ }^\circ\text{C}$
- (e)  $401 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$T_1 = 17 \text{ }^\circ\text{C} = 290 \text{ K}$$

$$V_1 = 0,041 \text{ cm}^3 = 41 \text{ mm}^3$$

a P = constante

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{V_2}{V_1} \cdot T_1$$

$$V_2 = V_1 + V_{\text{deslocado}}$$

$$V_2 = V_1 + \pi r^2 h$$

$$V_2 = 0,0567 \text{ cm}^3 = 56,7 \text{ mm}^3$$

$$T_2 = 401 \text{ K} = 128 \text{ }^\circ\text{C}$$



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**



$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

*a P = constante*

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \Rightarrow \quad T_2 = \frac{V_2}{V_1} \cdot T_1$$

$$T_1 = 17^\circ\text{C} = 290\text{ K}$$

$$V_1 = 0,041\text{ cm}^3 = 41\text{ mm}^3$$

$$V_2 = V_1 + V_{\text{deslocado}}$$

$$V_2 = V_1 + \pi r^2 h$$

$$V_2 = 0,0567\text{ cm}^3 = 56,7\text{ mm}^3$$

$$T_2 = 401\text{ K} = 128^\circ\text{C}$$

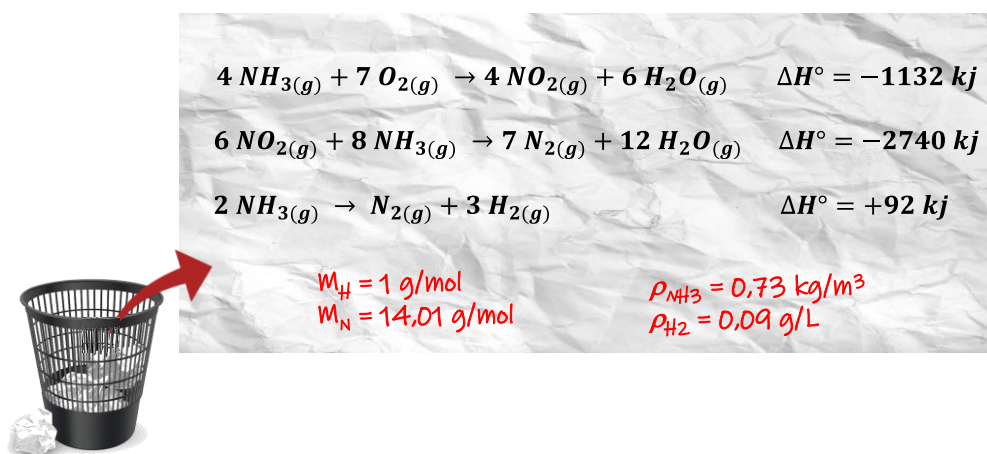


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Código de Identificação: \_\_\_\_\_

**Q11** - Uma das principais questões em relação ao uso do gás hidrogênio (H<sub>2</sub>) como combustível é o armazenamento e transporte desse gás. Atualmente, muitas empresas têm apostado no armazenamento químico de H<sub>2</sub>(g) na forma de amônia (NH<sub>3</sub>), por ser de mais fácil transporte em fase líquida e já ter uma logística nacional resolvida de fabricação e transporte. Um funcionário de uma dessas empresas, que acabara de chegar, precisava descobrir qual combustível geraria mais calor na combustão por litro, H<sub>2</sub> ou NH<sub>3</sub> para ser contratado em definitivo? Por sorte, na sala de estoque de combustível da empresa, havia algumas anotações do antigo funcionário, incluindo uma anotação importante que encontrou na lixeira da sala:



Com base nessas anotações, **qual seria a relação entre a entalpia de combustão por mol** de NH<sub>3</sub> (gerando N<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O) e de H<sub>2</sub> (gerando H<sub>2</sub>O)? Qual seria o combustível mais bem indicado para o futuro do ponto de vista energético?

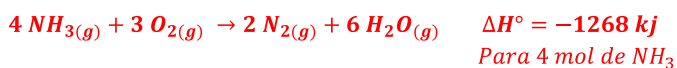
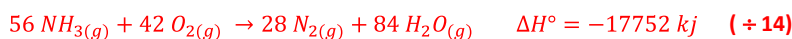
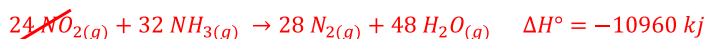
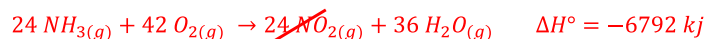
**(R:  $\Delta H^\circ_{\text{NH}_3} = -317 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H^\circ_{\text{H}_2} = -242 \text{ kJ/mol}$ ); ~1,3 vezes mais energia liberada pela amônia na combustão por mol de molécula)**



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



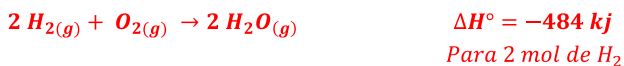
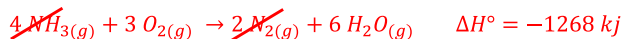
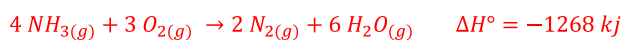
PARA A COMBUSTÃO DA AMÔNIA



$$\Delta H^\circ(\text{NH}_3) = -317 \text{ kJ/mol}$$

PARA A COMBUSTÃO DO GÁS HIDROGÊNIO

Reação de combustão da amônia (resultado da primeira parte)



$$\Delta H^\circ(\text{H}_2) = -242 \text{ kJ/mol}$$

RELAÇÃO

$$\frac{\Delta H^\circ(\text{NH}_3) = -317 \text{ kJ/mol}}{\Delta H^\circ(\text{H}_2) = -242 \text{ kJ/mol}}$$



~1,3



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: \_\_\_\_\_

**Q12** - A amônia como meio de transportar  $H_2$  verde (combustível do futuro) já vem sendo explorada há alguns anos. Nesse caso, o gás hidrogênio formado via eletrólise da água empregando células fotovoltaicas é canalizado para um reator, onde reage com o gás  $N_2$  para gerar  $NH_3$  via processo de Haber-Bosch, amplamente empregado na indústria. Como a obtenção da amônia por esse processo é lenta, algumas estratégias são adotadas para acelerar a reação, como o uso de catalisadores (*substâncias capazes de alterar o mecanismo reacional para um menor consumo energético, acelerando a reação sem mudar os produtos formados*), e/ou mudança da temperatura e concentração das espécies. Admitindo-se que a lei da velocidade e a ordem das reações em relação aos reagentes  $H_2$  e  $N_2$  coincidem com seus coeficientes estequiométricos na reação balanceada, se duplicarmos a concentração do gás hidrogênio, triplicarmos a concentração do gás nitrogênio e aumentarmos a temperatura de  $25\text{ }^\circ\text{C}$  para  $35\text{ }^\circ\text{C}$ , é correto afirmar que:

- (a) A velocidade final é 2 vezes a velocidade inicial.
- (b) A velocidade final é 6 vezes a velocidade inicial.
- (c) A velocidade final é 16 vezes a velocidade inicial.
- (d) A velocidade final é 24 vezes a velocidade inicial.
- (e) A velocidade final é 48 vezes a velocidade inicial.**

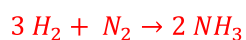




MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Reação balanceada



Lei da velocidade (no início)

$$v_0 = k \cdot [H_2]_0^3 [N_2]_0$$

Duplicar a  $[H_2]$  e triplicar  $[N_2]$

$$v = k \cdot (2[H_2]_0)^3 (3[N_2]_0)$$

$$v = k \cdot 8[H_2]_0^3 \cdot 3[N_2]_0$$

$$v = 24 \cdot \underbrace{k \cdot [H_2]_0^3 [N_2]_0}_{v_0}$$

$$v = 24 \cdot v_0$$

Lei de Van't Hoff

A cada aumento de 10 °C, a velocidade dobra.

$$v' = 2v = 48 \cdot v_0$$

*Ps.: é importante perceber que essa regra só funciona para algumas reações, dependendo do valor de sua  $E_a$ . Se a energia de ativação for mais elevada, o aumento de 10 °C pode até triplicar a velocidade. Porém, na questão, não há outras alternativas superiores a 24 vezes, o que torna a **letra (e)** da questão, a única alternativa possível!*