

PROGRAMA NACIONAL OLIMPIADAS DE QUÍMICA

XIX OLÍMPIADA DE QUÍMICA DO RIO GRANDE DO NORTE

PROVA OBJETIVA E DISCURSIVA

MODALIDADE A2

2ª série

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIIIIB			IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	1 H 1,0																	2 He 4,0
2	3 Li 7,0	4 Be 9,0											5 B 11,0	6 C 12,0	7 N 14,0	8 O 16,0	9 F 19,0	10 Ne 20,0
3	11 Na 23,0	12 Mg 24,0											13 Al 27,0	14 Si 28,0	15 P 31,0	16 S 32,0	17 Cl 35,5	18 Ar 40,0
4	19 K 39,0	20 Ca 40,0	21 Sc 45,0	22 Ti 48,0	23 V 51,0	24 Cr 52,0	25 Mn 55,0	26 Fe 56,0	27 Co 57,0	28 Ni 59,0	29 Cu 63,5	30 Zn 65,5	31 Ga 69,5	32 Ge 72,5	33 As 75,0	34 Se 79,0	35 Br 80,0	36 Kr 84,0
5	37 Rb 85,5	38 Sr 87,5	39 Y 89,0	40 Zr 91,0	41 Nb 93,0	42 Mo 96,0	43 Tc (97)	44 Ru 101,0	45 Rh 103,0	46 Pd 106,5	47 Ag 108,0	48 Cd 112,5	49 In 115,0	50 Sn 118,5	51 Sb 122,0	52 Te 127,5	53 I 127,0	54 Xe 131,5
6	55 Cs 133,0	56 Ba 137,5	* La	72 Hf 178,5	73 Ta 181,0	74 W 184,0	75 Re 186,0	76 Os 190,0	77 Ir 192,0	78 Pt 195,0	79 Au 197,0	80 Hg 200,5	81 Tl 204,5	82 Pb 207,0	83 Bi 209,0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	** Ac	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (271)	111 Rg (272)							

*SÉRIE DOS LANTANÍDIOS

57 La 139,0	58 Ce 140,0	59 Pr 141,0	60 Nd 144,0	61 Pm (145)	62 Sm 150,5	63 Eu 152,0	64 Gd 157,5	65 Tb 159,0	66 Dy 162,5	67 Ho 165,0	68 Er 167,5	69 Tm 170,0	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

**SÉRIE DOS ACTINÍDIOS

89 Ac (227)	90 Th 232,0	91 Pa (231)	92 U 238,0	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No 259	103 Lr (262)
-------------------	-------------------	-------------------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	------------------	--------------------

Nº Atômico
SÍMBOLO
Massa Atômica
(arredondada ± 0,5)

Fonte: IUPAC, 2005.

PARTE OBJETIVA

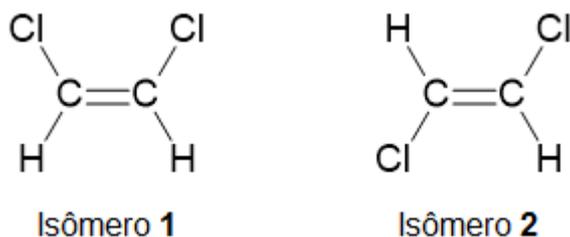
QUESTÃO 1

Após aquecimento em uma corrente de gás hidrogênio, 0,688 g de um óxido de manganês é reduzido a manganês metálico, e formando 0,235 g de água. Qual é a fórmula desse óxido?

- (a) MnO
- (b) Mn₂O₃
- (c) Mn₃O₄
- (d) MnO₂
- (e) MnO₃

QUESTÃO 2

Qual das afirmativas abaixo melhor representam o resultado que é encontrado durante uma tentativa de separar os isômeros **1** e **2** por destilação fracionada?



- (a) Os dois isômeros podem ser separados por destilação fracionada, com o isômero **1** sendo o primeiro composto a ser destilado.
- (b) Os dois isômeros podem ser separados por destilação fracionada, com o isômero **2** sendo o primeiro composto a ser destilado.
- (c) Os dois isômeros não podem ser separados por destilação fracionada porque ambos os isômeros apresentam o mesmo ponto de ebulição.
- (d) Os dois isômeros não podem ser separados por destilação fracionada porque ambos os isômeros apresentam a mesma massa molar.
- (e) Os dois isômeros não podem ser separados por destilação fracionada porque eles se interconvertem rapidamente um no outro na temperatura em que são destilados.

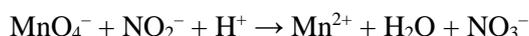
QUESTÃO 3

Uma reação química endotérmica e espontânea ocorre a pressão e volume constantes em um recipiente isolado termicamente. Conforme a reação prossegue, o que acontece com a temperatura do sistema e com a energia interna dos reagentes à medida que eles são transformados em produtos?

- (a) A temperatura e a energia interna dos reagentes aumentam
- (b) A temperatura aumenta e a energia interna dos reagentes diminui
- (c) A temperatura diminui e a energia interna dos reagentes aumenta
- (d) A temperatura e a energia interna dos reagentes diminuem
- (e) A temperatura se mantém constante e a energia interna dos reagentes aumenta

QUESTÃO 4

Os nitritos (NO_2^-) são amplamente utilizados na conservação de carnes, conferindo-lhes uma coloração vermelha desejada. No entanto, eles apresentam certa toxicidade e estão relacionados à incidência de câncer na população em geral. A quantidade de íons nitrito pode ser determinada por técnicas de titulação utilizando, por exemplo, o íon permanganato (MnO_4^-) em meio ácido, de acordo com a equação abaixo não balanceada:



A razão entre os coeficientes estequiométricos das espécies MnO_4^- e H^+ na equação balanceada é:

- (a) 1:1
- (b) 1:2
- (c) 1:3
- (d) 2:3
- (e) 3:5

QUESTÃO 5

Qual a forma mais correta para se preparar 500 mL de uma solução aquosa de H_2SO_4 a $2,00 \text{ mol L}^{-1}$ a partir de água destilada (massa molar = $18,02 \text{ g mol}^{-1}$, densidade = $1,00 \text{ g mL}^{-1}$) e H_2SO_4 concentrado (massa molar = $98,08 \text{ g mol}^{-1}$, densidade = $1,84 \text{ g mL}^{-1}$)?

- (a) Pesar 98,1 g de ácido sulfúrico concentrado em um béquer de 500 mL, e em seguida, adicionar água destilada lentamente ao béquer, com agitação ocasional, até que o líquido alcance a marca de 500 mL.
- (b) Pesar 98,1 g de ácido sulfúrico concentrado em um balão volumétrico de 500 mL, adicionar lentamente na sequência água destilada até alcançar a marca do balão e, por fim, misturar o conteúdo agitando o balão.
- (c) Pesar 98,1 g de ácido sulfúrico concentrado em um béquer de 100 mL, e em seguida, transferir lentamente o H_2SO_4 para um béquer de 500 mL contendo cerca de 250 mL de água destilada. Na sequência, transferir esta solução para um balão volumétrico de 500 mL, encher com água destilada até a marca e misturar o conteúdo agitando o balão.
- (d) Pesar 446,6 g de água destilada em um béquer de 500 mL, e em seguida, adicionar água destilada ácido sulfúrico concentrado lentamente ao béquer, com agitação ocasional, até que o líquido alcance a marca de 500 mL.
- (e) Pesar 446,6 g de água destilada em um balão volumétrico de 500 mL, adicionar ácido sulfúrico concentrado até a marca do balão, e misturar o conteúdo agitando o balão.

QUESTÃO 6

Em maio de 2018, o governo americano anunciou a retirada dos EUA do acordo nuclear com o Irã, alegando, dentre outros motivos, que esse acordo não proibia que o governo iraniano enriquecesse urânio.

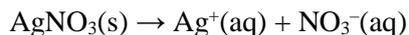
Para o uso em armas nucleares, uma amostra de urânio deve conter no mínimo 80% do isótopo ^{235}U . Como este percentual de ^{235}U é bem superior ao encontrado naturalmente na crosta terrestre, é necessário o enriquecimento artificial para se alcançar a quantidade necessária de ^{235}U . O enriquecimento do isótopo ^{235}U é feito através da conversão do urânio presente no hexafluoreto de urânio (UF_6), que é um gás em temperaturas superiores a 57°C . As duas formas isotópicas gasosas do hexafluoreto de urânio ($^{235}\text{UF}_6$ e $^{238}\text{UF}_6$) podem ser separadas em uma centrífuga.

Qual propriedade do flúor é essencial para a separação eficiente de $^{235}\text{UF}_6$ e $^{238}\text{UF}_6$ em uma centrífuga para gases?

- (a) O flúor existe como uma molécula diatômica
- (b) O flúor apresenta somente um isótopo de ocorrência natural
- (c) O flúor apresenta a maior eletronegatividade dentre todos os elementos químicos
- (d) O flúor é um gás a temperatura e pressão ambiente
- (e) O flúor reage vigorosamente com a maioria dos metais

QUESTÃO 7

A solubilidade de $\text{AgNO}_3(\text{s})$ em água pura aumenta com a elevação da temperatura e sua dissolução é representada pela equação abaixo:



Considere as afirmações abaixo referentes à dissolução de $\text{AgNO}_3(\text{s})$:

I – O valor de ΔG para esta dissolução é negativo

II – O valor de ΔS para esta dissolução é positivo

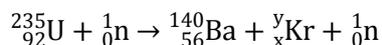
III – O valor de ΔH para esta dissolução é positivo

Estão **CORRETAS** as afirmações:

- (a) Nenhuma
- (b) I e II
- (c) I e III
- (d) II e III
- (e) Todas

QUESTÃO 8

O programa nuclear do Irã tem chamado a atenção internacional em função das possíveis aplicações militares decorrentes do enriquecimento de urânio. Na natureza, o urânio ocorre em duas formas isotópicas, o U-235 e o U-238, cujas abundâncias são, respectivamente, 0,7% e 99,3%. O U-238 é radioativo, com tempo de meia-vida de $4,5 \times 10^9$ anos. Sobre o uso do urânio, considere a equação abaixo e analise as afirmativas a seguir.



I – O U-238 possui três prótons a mais que o U-235.

II – Os três nêutrons liberados podem iniciar um processo de reação em cadeia.

III – O criptônio formado tem número atômico igual a 36 e número de massa igual a 96.

IV – A equação acima representa a fissão nuclear do urânio.

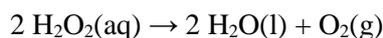
V – Devido ao tempo de meia-vida extremamente longo, o U-238 não pode, de forma alguma, ser descartado no meio ambiente.

Estão **CORRETAS** apenas:

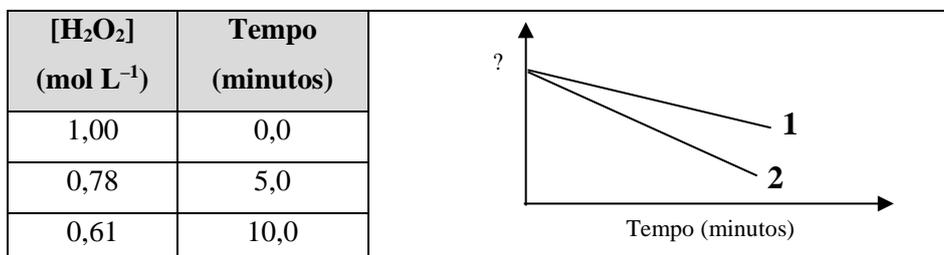
- (a) I, II e V
- (b) II, III, IV e V
- (c) I, III e IV
- (d) II, IV e V
- (e) III, IV e V

QUESTÃO 9

A decomposição do peróxido de hidrogênio, $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$, pode ocorrer ou não sob a ação de um catalisador, de acordo com a equação abaixo:



A cinética desta reação de decomposição foi estudada e a análise de seus resultados demonstraram que se tratava de uma reação de primeira ordem. Alguns dados experimentais para a reação catalisada foram obtidos e um gráfico produzido para as reações catalisada e não catalisada, os quais são mostrados abaixo.



Analisando as afirmações abaixo, qual(is) delas está(ão) **CORRETA(S)**?

I – O eixo vertical do gráfico refere-se à concentração de $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$, ou seja, $[\text{H}_2\text{O}_2]$

II – A unidade da constante de velocidade para esta reação é (minutos)⁻¹, ou seja, min⁻¹

III – A linha 2 refere-se à reação catalisada

- (a) I
- (b) I e II
- (c) I e III
- (d) II e III
- (e) I, II e III

QUESTÃO 10

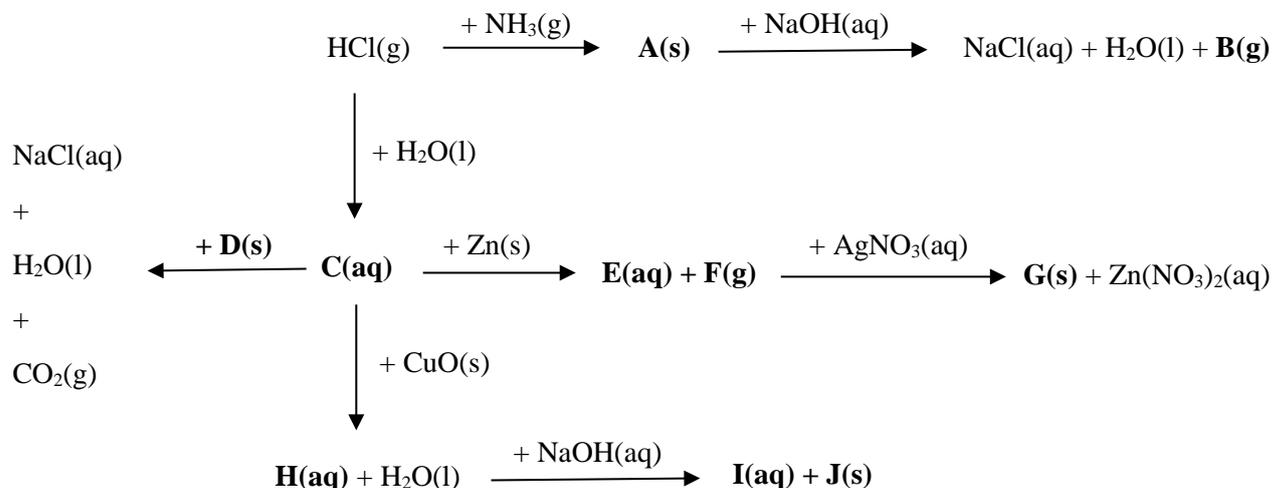
Fossas sépticas apresentam certa quantidade de ar acima do nível do esgoto. Em uma dessas fossas, a composição média do ar encontrada foi $\text{N}_2 = 86\%$, $\text{O}_2 = 9\%$, $\text{H}_2\text{O} = 1,5\%$, $\text{CO}_2 = 1,5\%$, $\text{H}_2\text{S} = 1,0\%$ e $\text{CH}_4 = 1,0\%$, sendo todas as porcentagens dadas em relação à massa total. Qual a densidade média desse ar, em g L⁻¹, assumindo que sua pressão seja de 1 atm, a temperatura de 27 ° C e a constante universal dos gases, R, igual a 0,082 atm L mol⁻¹ K⁻¹?

- (a) 0,96
- (b) 1,00
- (c) 1,12
- (d) 1,15
- (e) 1,19

PARTE DISCURSIVA

QUESTÃO 11

Considere o esquema abaixo:



Identifique os dez compostos marcados de **A** a **J**.

QUESTÃO 12

Utilizando princípios de estrutura atômica, ligação química e/ou forças intermoleculares, responda cada uma das questões abaixo:

À pressão de 1 atm, o ponto de ebulição de NH_3 é 240 K, enquanto que o de NF_3 é 144 K.

(a) Explique a diferença no ponto de ebulição para essas duas substâncias.

O ponto de fusão do KCl é 776 °C, enquanto que o do NaCl é 801 °C.

(b) Identifique o tipo de ligação química existente em ambos os compostos.

(c) Explique a diferença no ponto de fusão para essas duas substâncias.

Como mostrado na tabela abaixo, a primeira energia de ionização para o Si, P e Cl apresenta uma tendência.

Elemento	Primeira energia de ionização (kJ mol ⁻¹)
Si	786
P	1012
Cl	1251

(d) Explique as razões para essa tendência na primeira energia de ionização para esses elementos.

Um certo elemento químico possui dois isótopos estáveis. A massa de um deles é de 62,93 u e a do outro 64,93 u. (u = unidade de massa atômica)

(e) Identifique o elemento químico em questão.

(f) Qual dos dois isótopos é o mais abundante? Justifique sua resposta.

QUESTÃO 13

O processo Haber-Bosch é largamente empregado industrialmente para a produção de amônia (NH_3), que é a principal matéria prima para a obtenção de fertilizantes. Cerca de 1% de todo o suprimento global de energia é utilizado no processo Haber-Bosch. Sendo assim, diversos pesquisadores têm estudado formas mais sustentáveis para se obter amônia. Recentemente, foi descoberto um novo método para obtenção de amônia em três etapas.

Etapa 1 Eletrólise do hidróxido de lítio fundido a 750 K para a formação do lítio metálico



Etapa 2 Reação do lítio metálico para formação do nitreto de lítio

Etapa 3 Reação do nitreto de lítio com água para reobtenção do hidróxido de lítio e obtenção de amônia

Dessa forma, o hidróxido de lítio formado na **Etapa 3** pode ser reutilizado na **Etapa 1** e o processo pode ser repetido.

(a) Escreva as semi-reações que combinadas geram a equação global da **Etapa 1**.

(b) A tabela abaixo apresenta alguns dados termodinâmicos para a **Etapa 1**.

A 750 K	LiOH	Li	H ₂ O	O ₂
$\Delta_f H^\circ$ em kJ mol ⁻¹	-446	+15,0	-268	+15,8
S° em J K ⁻¹ mol ⁻¹	+128	+63,7	+224	+236

Calcule o que se pede para a **Etapa 1** a 750 K:

- i) ΔH° em kJ mol⁻¹
- ii) ΔS° em J K⁻¹ mol⁻¹
- iii) ΔG° em kJ mol⁻¹

(c) Escreva as equações balanceadas para a **Etapa 2** e a **Etapa 3**.

(d) Para a eletrólise do hidróxido de lítio fundido em pequena escala, os pesquisadores aplicaram uma corrente de 0,200 A durante 1000 segundos. O rendimento da produção de lítio metálico neste processo foi de 88,5%. Calcule a massa de lítio metálico produzido na **Etapa 1**.