



7ª OLIMPÍADA DE QUÍMICA DO RIO DE JANEIRO – 2012

MODALIDADE EM1 – 2ª FASE

Leia atentamente as instruções abaixo:

- Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos da 1ª série do ensino médio.
- A prova contém cinco questões discursivas, cada uma valendo 16 pontos.
- A prova deve ter um total de **SEIS** páginas, sendo a primeira folha a página de instruções.
- Resolva as questões na própria página e utilize o verso sempre que necessário. Caso necessite de mais de uma folha para uma mesma questão, solicite ao fiscal.
- **NÃO** utilize uma mesma folha para resolver mais de uma questão.
- **NÃO** esqueça de escrever seu **nome completo** em todas as folhas.
- A duração da prova é de **TRÊS** horas.
- O uso de calculadoras comuns ou científicas é permitido. A consulta a outros materiais e o uso de aparelhos eletrônicos, como celulares ou tablets, e outros (mesmo como calculadora) estão proibidos.

Rio de Janeiro, 20 de outubro de 2012.

Realização:



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO





7ª Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2012

EM1 – 2ª Fase

ABQ RJ – Colégio Pedro II – IFRJ – PUC-Rio

NOME: _____

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

1																	18
1 H 1,0	2											13 B 10,8	14 C 12,0	15 N 14,0	16 O 16,0	17 F 19,0	18 Ne 20,2
3 Li 6,9	4 Be 9,0	n° atômico SÍMBOLO massa atômica										13 Al 27,0	14 Si 28,1	15 P 31,0	16 S 32,0	17 Cl 35,5	18 Ar 39,9
11 Na 23,0	12 Mg 24,3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Ga 69,7	14 Ge 72,6	15 As 74,9	16 Se 79,0	17 Br 79,9	18 Kr 83,8
19 K 39,0	20 Ca 40,0	21 Sc 45,0	22 Ti 47,9	23 V 50,9	24 Cr 52,0	25 Mn 55,0	26 Fe 55,8	27 Co 58,9	28 Ni 58,7	29 Cu 63,5	30 Zn 65,4	31 Ga 69,7	32 Ge 72,6	33 As 74,9	34 Se 79,0	35 Br 79,9	36 Kr 83,8
37 Rb 85,5	38 Sr 87,6	39 Y 88,9	40 Zr 91,2	41 Nb 92,9	42 Mo 95,9	43 Tc 98	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 127,0	54 Xe 131,3
55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57-71	72 Hf 178,5	73 Ta 181,0	74 W 183,8	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po 209	85 At 210	86 Rn 222
87 Fr 223	88 Ra 226	89-103	104 Rf 261	105 Db 262	106 Sg 263	107 Bh 262	108 Hs 265	109 Mt 266									
Série dos Lantanídeos	57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm 145	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 159,0	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 174,97		
Série dos Actinídeos	89 Ac 227	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	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		

QUESTÃO 01

O ar atmosférico é uma mistura de vários gases como o nitrogênio, oxigênio, dióxido de carbono, argônio, dentre outros. A produção industrial de muitos gases está baseada na separação dos componentes do ar atmosférico. Tal separação também foi importante para a identificação de vários elementos, como é o caso do nitrogênio. Foi a partir da análise de um “ar residual” obtido após a combustão de certas substâncias que continham carbono que se isolou o gás nitrogênio. O nome nitrogênio foi proposto por Jean-Antonie-Claude Chaptal, já Lavoisier preferia “azoto”. Embora o primeiro nome tenha se tornado o oficial, muitos compostos de nitrogênio utilizam radicais baseados no nome “azoto”. É o caso das azidas e da hidrazina (N_2H_4).

Existem azidas iônicas e moleculares. A azida de sódio (NaN_3) é um exemplo de azida iônica enquanto que a azida de hidrogênio, ou ácido azóico, é um composto molecular. Na estrutura dessa molécula o ângulo formado entre as ligações H–N–N é de 109° .

- a) Escreva a estrutura de Lewis do ácido azóico e explique por que o ângulo H–N–N é de 109° . (6 pontos)
- b) Preveja qual será o valor do ângulo formado entre as ligações dos três átomos de nitrogênio (o ângulo N–N–N) no ácido azóico. **Justifique sua previsão.** (6 pontos)
- c) Nitrogênio e fósforo formam muitos compostos análogos, como a amônia e a fosfina (NH_3 e PH_3). A difosfina é um composto análogo à hidrazina. Utilizando o arranjo espacial adequado escreva a estrutura de Lewis para a difosfina e a hidrazina e estime o valor dos ângulos H–X–H (onde X = N e P). (4 pontos)



7ª Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2012

EM1 – 2ª Fase

ABQ RJ – Colégio Pedro II – IFRJ – PUC-Rio

NOME: _____

QUESTÃO 02

Um dos grandes feitos da química no século XIX foi a organização dos elementos segundo a Lei Periódica, obra do russo Dmitri Mendeleev. Seu trabalho baseou-se no esforço de muitos outros cientistas que tentaram enquadrar os elementos em um sistema periódico. O sucesso de Mendeleev pode ser explicado pela sua idéia de deixar espaços vazios para elementos que, até aquele momento, não eram conhecidos. A ousadia do russo ia além dos espaços vazios. Baseado em sua Lei Periódica, fez diversas previsões de propriedades físicas e químicas de tais elementos, confirmadas em grande parte quando os elementos foram identificados. A organização lógica dos elementos de acordo com suas propriedades permitiu vários avanços na química, tanto na parte teórica como na experimental.

Partindo-se de propriedades químicas e físicas dos elementos e seus compostos é possível prever o grupo a que pertencem. Considere três elementos de um mesmo período da Tabela Periódica, **J**, **L** e **Q**. Algumas propriedades elementares e de seus compostos estão listadas na tabela abaixo.

Propriedades	J	L	Q
Ponto de Fusão	63,7 °C	842 °C	419,5 °C
Reação direta com a água	Grande liberação de gás e há formação do hidróxido.	Pequena liberação de gás e há formação do hidróxido.	Não há reação.
Haletos ¹	JX (solúveis)	LX₂ (solúveis)	QX₂ (solúveis)
Óxidos conhecidos	J₂O , JO₂ e J₂O₂	LO e LO₂	QO
Reação do óxido com ácidos	J₂O reage com ácidos.	LO reage com ácidos.	QO reage com ácidos.
Reação do óxido com bases	J₂O não reage com bases.	LO não reage com bases.	QO reage com bases.
Hidróxidos	Solúvel.	Parcialmente solúvel. Ao reagir com HCl forma uma solução.	Insolúvel. Forma solução ao reagir com HCl ou NaOH .
Sulfetos/Sulfatos	Sulfeto e sulfato são solúveis	Sulfato é insolúvel, mesmo na presença de ácidos.	Sulfeto é insolúvel, mas dissolve na presença de ácidos.

¹Os fluoretos não foram considerados.

- Sabendo que nenhum desses três elementos pertence ao segundo período da Tabela periódica, identifique seus grupos. **Justifique sua classificação. (6 pontos)**
- Organize os três elementos em ordem crescente de raio atômico. **Justifique sua escolha. (4 pontos)**
- Qual dos três elementos apresentará o maior valor para a 2ª energia de ionização? **Justifique sua escolha. (4 pontos)**
- Explique por que em meio ácido é possível evitar a precipitação de alguns sulfetos, mas não de sulfatos. **(2 pontos)**



7ª Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2012

EM1 – 2ª Fase

ABQ RJ – Colégio Pedro II – IFRJ – PUC-Rio

NOME: _____

QUESTÃO 03

Em um sólido cristalino, as partículas constituintes estão dispostas num arranjo ordenado chamado rede cristalina. A força com que estas partículas estão unidas é chamada energia de rede, cuja definição formal seria:

Energia necessária para separar as partículas que compõem um mol de um sólido.

Esta energia depende diretamente da força de interação entre as partículas. A tabela abaixo apresenta as energias de rede para alguns sólidos formados por substâncias simples.

Energias de Rede (kJ.mol ⁻¹)	
C _(diamante)	715
Si	460

a) Carbono e silício são elementos da mesma família na tabela periódica. Explique a razão de energia de rede do carbono ser maior que a do silício. **(8 pontos)**

Outra maneira de se avaliar a intensidade das interações entre as partículas de um sólido é através de seu ponto de fusão. A tabela abaixo apresenta os pontos de fusão para os óxidos dos mesmos elementos discutidos acima.

Pontos de Fusão (°C)	
CO ₂	- 78
SiO ₂	1610

b) Sendo carbono e silício elementos da mesma família, explique a razão da grande diferença entre os pontos de fusão de seus óxidos. **(8 pontos)**



NOME: _____

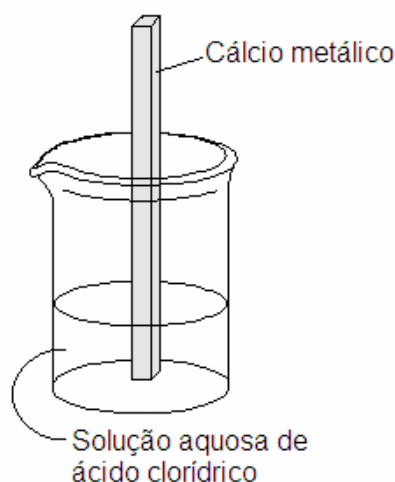
QUESTÃO 04

Os seguintes experimentos foram realizados na capela de um laboratório:

Uma barra de cálcio metálico de massa 10,520 g foi introduzida em um béquer contendo uma solução aquosa com 0,7500 mol de ácido clorídrico, como mostra a figura ao lado. Observou-se uma imediata e forte liberação de gás e, após certo tempo de contato, a barra foi completamente retirada do béquer.

A solução que restava no béquer foi tratada com hidróxido de sódio e o seu pH foi medido a cada pequena adição de base. O pH da solução tornou-se neutro após a adição de 27,60 g de base.

Um experimento semelhante foi preparado, trocando-se a barra de cálcio metálico por uma de cobre metálico. No entanto, nenhuma reação foi observada entre a barra de cobre e a solução de ácido clorídrico. Sobre esses experimentos:



a) Escreva a equação química devidamente balanceada que justifica a liberação gasosa na primeira parte do experimento. Não esqueça os estados físicos das substâncias. **(2 pontos)**

b) Calcule a massa da barra de cálcio metálica após sua retirada do béquer. **(8 pontos)**

c) Como não se observou nenhum resultado no segundo experimento, montaram-se outros dois ensaios. Em um deles se mergulhou uma barra de cálcio metálico em uma solução de cloreto de cobre II enquanto no outro uma barra de cobre metálico foi mergulhada em uma solução de cloreto de cálcio. Novamente, apenas em um dos ensaios foi observada uma reação.

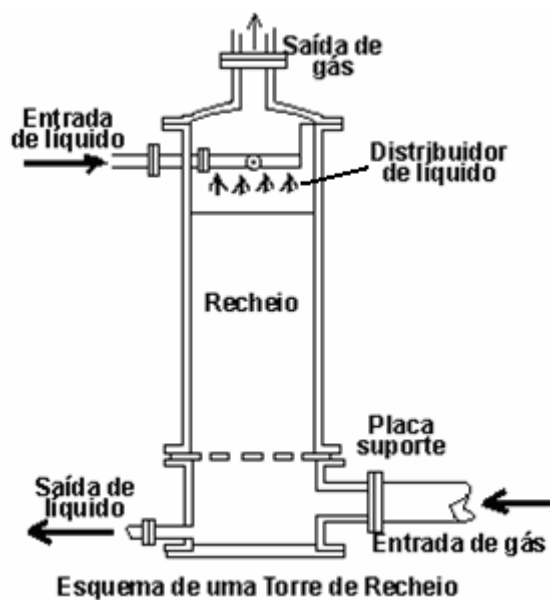
Identifique em qual ensaio houve uma reação, escreva a equação química devidamente balanceada da reação que ocorreu e justifique sua escolha. **(6 pontos)**

NOME: _____

QUESTÃO 05

Do ponto de vista de qualidade do ar da atmosfera, os odores se caracterizam como um dos incômodos mais fortemente e imediatamente percebidos pela população. Além disso, a composição de gases poluentes pode ser motivo para doenças respiratórias e impactos ambientais. São gases poluentes provenientes da indústria de biogás o metano (CH_4), o dióxido de carbono, o nitrogênio, o hidrogênio, o oxigênio e gás sulfídrico (H_2S). Por esses motivos, as legislações vigentes determinam que indústrias emissoras de gases poluentes façam uso de filtros ou lavadores adequados para remoção, por absorção ou por reação química, dos gases nocivos.

O esquema ao lado mostra um lavador de gases, onde os gases poluentes entram por baixo e passam por um leito de recheio inerte para assegurar maior área de contato com o solvente/solução que cai de aspersores (distribuidor de líquido) do alto da torre (contracorrente). Os gases não poluentes saem pelo topo da torre.



(REFERÊNCIA)

- a) Uma indústria de biogás gera em seu biodigestor a mistura gasosa citada no texto e precisa eliminar os gases ácidos. Proponha um soluto que possa ser utilizado na solução que cai dos aspersores. **Justifique com base em conceitos ácido-base e com a reação química envolvida. (4 pontos)**
- b) Dessa mistura gasosa, o gás **A** em contato com o gás **B** e fogo forma o gás **C** e **X** na forma de vapor. O mesmo gás **B**, em contato com o gás **D** e uma faísca também forma **X**. **Apresente as fórmulas químicas de A, B, C, D e X. Justifique sua escolha. (10 pontos)**
- c) Dentre os gases, os que mais causam danos à estrutura metálica do biodigestor são o oxigênio e o gás sulfídrico. Considerando um biodigestor fabricado em ferro, apresente as equações que representam a reação do metal com os gases que causam a corrosão. **(2 pontos)**