



# 7ª OLIMPÍADA DE QUÍMICA DO RIO DE JANEIRO – 2012

## MODALIDADE EM2 – 2ª FASE

### Leia atentamente as instruções abaixo:

- Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos da 2ª 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, 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

## EM2 – 2ª Fase

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

NOME: \_\_\_\_\_

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

|                       |                   |  |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |                  |                   |
|-----------------------|-------------------|--|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| 1                     |                   |  |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |                  | 18                |
| 1<br>H<br>1,0         | 2                 |  |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   | 13                | 14                | 15                | 16                 | 17               | 2                 |
| 3<br>Li<br>6,9        | 4<br>Be<br>9,0    | n° atômico<br>SÍMBOLO<br>massa atômica |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   | 5<br>B<br>10,8    | 6<br>C<br>12,0    | 7<br>N<br>14,0    | 8<br>O<br>16,0     | 9<br>F<br>19,0   | 10<br>Ne<br>20,2  |
| 11<br>Na<br>23,0      | 12<br>Mg<br>24,3  | 3                                      | 4                 | 5                 | 6                | 7                 | 8                 | 9                 | 10                | 11                | 12                | 13<br>Al<br>27,0  | 14<br>Si<br>28,1  | 15<br>P<br>31,0   | 16<br>S<br>32,0    | 17<br>Cl<br>35,5 | 18<br>Ar<br>39,9  |
| 19<br>K<br>39,0       | 20<br>Ca<br>40,0  | 21<br>Sc<br>45,0                       | 22<br>Ti<br>47,9  | 23<br>V<br>50,9   | 24<br>Cr<br>52,0 | 25<br>Mn<br>55,0  | 26<br>Fe<br>55,8  | 27<br>Co<br>58,9  | 28<br>Ni<br>58,7  | 29<br>Cu<br>63,5  | 30<br>Zn<br>65,4  | 31<br>Ga<br>69,7  | 32<br>Ge<br>72,6  | 33<br>As<br>74,9  | 34<br>Se<br>79,0   | 35<br>Br<br>79,9 | 36<br>Kr<br>83,8  |
| 37<br>Rb<br>85,5      | 38<br>Sr<br>87,6  | 39<br>Y<br>88,9                        | 40<br>Zr<br>91,2  | 41<br>Nb<br>92,9  | 42<br>Mo<br>95,9 | 43<br>Tc<br>98    | 44<br>Ru<br>101,1 | 45<br>Rh<br>102,9 | 46<br>Pd<br>106,4 | 47<br>Ag<br>107,9 | 48<br>Cd<br>112,4 | 49<br>In<br>114,8 | 50<br>Sn<br>118,7 | 51<br>Sb<br>121,8 | 52<br>Te<br>127,6  | 53<br>I<br>127,0 | 54<br>Xe<br>131,3 |
| 55<br>Cs<br>132,9     | 56<br>Ba<br>137,3 | 57-71                                  | 72<br>Hf<br>178,5 | 73<br>Ta<br>181,0 | 74<br>W<br>183,8 | 75<br>Re<br>186,2 | 76<br>Os<br>190,2 | 77<br>Ir<br>192,2 | 78<br>Pt<br>195,1 | 79<br>Au<br>197,0 | 80<br>Hg<br>200,6 | 81<br>Tl<br>204,4 | 82<br>Pb<br>207,2 | 83<br>Bi<br>209,0 | 84<br>Po<br>209    | 85<br>At<br>210  | 86<br>Rn<br>222   |
| 87<br>Fr<br>223       | 88<br>Ra<br>226   | 89-103                                 | 104<br>Rf<br>261  | 105<br>Db<br>262  | 106<br>Sg<br>263 | 107<br>Bh<br>262  | 108<br>Hs<br>265  | 109<br>Mt<br>266  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    |                  |                   |
| Série dos Lantanídeos | 57<br>La<br>138,9 | 58<br>Ce<br>140,1                      | 59<br>Pr<br>140,9 | 60<br>Nd<br>144,2 | 61<br>Pm<br>145  | 62<br>Sm<br>150,4 | 63<br>Eu<br>152,0 | 64<br>Gd<br>157,3 | 65<br>Tb<br>159,0 | 66<br>Dy<br>162,5 | 67<br>Ho<br>164,9 | 68<br>Er<br>167,3 | 69<br>Tm<br>168,9 | 70<br>Yb<br>173,0 | 71<br>Lu<br>174,97 |                  |                   |
| Série dos Actinídeos  | 89<br>Ac<br>227   | 90<br>Th<br>232,0                      | 91<br>Pa<br>231,0 | 92<br>U<br>238,0  | 93<br>Np<br>237  | 94<br>Pu<br>244   | 95<br>Am<br>243   | 96<br>Cm<br>247   | 97<br>Bk<br>247   | 98<br>Cf<br>251   | 99<br>Es<br>252   | 100<br>Fm<br>257  | 101<br>Md<br>258  | 102<br>No<br>259  | 103<br>Lr<br>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-Antoine-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  $109^\circ$ .

- a) Escreva a estrutura de Lewis do ácido azóico e explique por que o ângulo H–N–N é de  $109^\circ$ . (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)



NOME: \_\_\_\_\_

---

## QUESTÃO 02

Uma solução tampão é uma solução aquosa de um ácido e da sua base conjugada que não sofre variações significativas de pH quando se adicionam pequenas quantidades de ácidos ou bases. São, portanto, soluções cujo pH ideal se encontra no centro da zona tampão do par conjugado ácido/base. Como já referido, muitos processos biológicos dependem do estado de protonação de moléculas como as enzimas, sendo, portanto fundamental o controle rigoroso do pH do meio em que esses processos se desenrolam. Fluidos como o sangue e o citoplasma têm um pH definido, geralmente em torno de 7, e que não muda significativamente graças à presença de diversas substâncias dissolvidas que atuam como tampão.

a) Considerando que o pH do sangue é regulado pelo equilíbrio entre o ácido carbônico e sua base conjugada, **justifique, por meio de equações químicas e explicação**, por que ao respirar fundo e de maneira rápida (hiperventilação) ocorre alteração do pH sanguíneo.

b) Não somente em meios biológicos, mas em alguns sistemas artificiais, como a água gaseificada, parte do anidrido carbônico dissolvido em água ocorre em equilíbrio com outras espécies químicas:



Explique, com base nos fatores que influenciam no equilíbrio químico, o que ocorreria com a solubilidade do dióxido de carbono em água se houvesse:

- (i) adição de gotas de limão à água com gás;
- (ii) aquecimento da água com gás;
- (iii) aumento da pressão total do sistema.

c) Sabendo que uma amostra de água gaseificada contém  $\text{CO}_2$  dissolvido que gerou uma concentração igual a  $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , calcule o pH da água destilada nessas condições (considere  $\text{p}K_{a1} = 6,1$ ).



## 7ª Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2012

### EM2 – 2ª Fase

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

NOME: \_\_\_\_\_

### QUESTÃO 03

O fogo fátuo faz parte do folclore brasileiro. Segundo contam, é um fantasma de cor azulada, rondando cemitérios. Quando um visitante se aproxima de um túmulo, ele se manifesta e aparece, correndo atrás do visitante. Lendas à parte, o que acontece na verdade é a combustão da fosfina ( $\text{PH}_3$ ), gerada pela decomposição de substâncias orgânicas. Essa combustão inicia a queima do gás metano, que também se origina da decomposição de animais e/ou vegetais.

De acordo com os dados da tabela abaixo, calcule:

| Substância  | $\text{CH}_4(\text{g})$ | $\text{CO}_2(\text{g})$ | $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ | $\text{PH}_3(\text{g})$ | $\text{P}_4\text{O}_{10}(\text{g})$ |
|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| $\Delta\text{H}$ de formação<br>( $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) | -75                     | -394                    | -242                           | +5,5                    | -2940                               |

a) o  $\Delta\text{H}$  de combustão do metano; (4 pontos)

b) o  $\Delta\text{H}$  de combustão da fosfina. (4 pontos)

A energia de ativação para a combustão da fosfina é de  $13 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  e para a combustão do metano é de aproximadamente  $105 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

c) Explique por que a combustão da fosfina ocorre antes da do metano. (4 pontos)

d) Considerando que as reações de combustão se passam em uma única etapa, esboce os gráficos de energia x caminho de reação para ambas as combustões. Não esqueça de indicar o  $\Delta\text{H}$  e a energia de ativação nos gráficos. (4 pontos)



NOME: \_\_\_\_\_

---

#### QUESTÃO 04

Uma amostra de 10,0 mL de uma solução de ácido sulfúrico foi avolumada para 50,0 mL. Uma alíquota de 10,0 mL desta nova solução foi titulada com uma solução de hidróxido de sódio. Esta foi preparada pela dissolução de 80,0 g do referido sólido em água, obtendo-se um volume final de 500,0 mL de solução. O volume médio de hidróxido gasto na titulação foi de 5,00 mL.

- Calcule a concentração da solução inicial de ácido sulfúrico. **(5 pontos)**
- Calcule o volume gasto de uma solução de ácido clorídrico 6,08 % m/m e massa específica igual a  $1,20 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$  necessária para titular 20,0 mL da solução de hidróxido de sódio utilizada na titulação anterior. **(5 pontos)**
- O mesmo volume da solução de ácido clorídrico utilizado na titulação anterior foi misturado com 20,0 mL de uma solução de cloreto de zinco  $2,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , calcule a concentração de íons cloretos na solução resultante. **(6 pontos)**



7<sup>a</sup> Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2012

EM2 – 2<sup>a</sup> Fase

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

---

NOME: \_\_\_\_\_

---

**QUESTÃO 05**

**Orgânica (a definir)**