

## Tabela Periódica

# CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

(com massas atômicas referidas ao isótopo 12 do carbono)

1 1A		2 2A		Elementos de transição										18 8A			
1 H 1 HIDROGÊNIO		3 Li 7 LÍTIO		11 Na 23 SÓDIO		19 K 39 POTÁSSIO		37 Rb 85 RUBÍDIO		55 Cs 133 CÉSIO		87 Fr 223 FRÂNCIO		101 At 210 ASTATO		118 Rn 222 RÁDÓNIO	
4 Be 9 BERÍLIO		12 Mg 24 MAGNÉSIO		20 Ca 40 CÁLCIO		38 Sr 88 ESTRÔNCIO		86 Ba 137 BÁRIO		138 La 139 LANTÂNIO		209 Bi 209 BISMUTO		210 Po 210 PÓLÓNIO		216 At 216 ASTATO	
5 B 10 BÓRÃO		13 Al 27 ALUMÍNIO		21 Ga 70 GÁLIO		49 In 115 ÍNDIO		81 Tl 204 TÁLIO		112 Hg 201 MERCÚRIO		208 Pb 208 CHUMBO		210 Po 210 PÓLÓNIO		216 At 216 ASTATO	
6 C 12 CARBONO		14 Si 28 SILÍCIO		32 Ge 72 GERMÂNIO		50 Sn 119 ESTANHO		82 Pb 207 CHUMBO		118 Xe 131 XENÔNIO		210 Po 210 PÓLÓNIO		216 At 216 ASTATO		222 Rn 222 RÁDÓNIO	
7 N 14 NITROGÊNIO		15 P 31 FÓSFORO		33 As 75 ARSENÍO		51 Sb 122 ANTIMÔNIO		83 Bi 209 BISMUTO		116 Te 127 TELÚRIO		210 Po 210 PÓLÓNIO		216 At 216 ASTATO		222 Rn 222 RÁDÓNIO	
8 O 16 OXIGÊNIO		16 S 32 ENXOFRE		34 Se 79 SELÊNIO		52 Te 127 TELÚRIO		84 Po 210 PÓLÓNIO		117 Ts 289 TENES		210 Po 210 PÓLÓNIO		216 At 216 ASTATO		222 Rn 222 RÁDÓNIO	
9 F 19 FLUOR		17 Cl 35 CLORO		35 Br 80 BROMO		53 I 127 IODO		85 At 210 ASTATO		119 Nh 289 NIHÍLIO		210 Po 210 PÓLÓNIO		216 At 216 ASTATO		222 Rn 222 RÁDÓNIO	
10 Ne 20 NEÔNIO		18 Ar 40 ARGÔNIO		36 Kr 84 CRIPTON		54 Xe 131 XENÔNIO		86 Rn 222 RÁDÓNIO		120 Og 289 OGANES		210 Po 210 PÓLÓNIO		216 At 216 ASTATO		222 Rn 222 RÁDÓNIO	

**Série dos lantanídeos**

57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb
139	CÉRIO	140	PRASEODÍMIO	141	TERBÍCIO	144	NEODÍMIO	145	PROMÉCIO	150	SAMÁRIO	152	EUROPIUM	157	GADOLÍNIO	159	TERBÍCIO	163	DISPRÓSÍO	165	HÓLMIUM	167	ERBÍO	168	TULÍO	173	ÍTERBIO

**Série dos actinídeos**

89	Ac	90	Th	91	Pa	92	U	93	Np	94	Pu	95	Am	96	Cm	97	Bk	98	Cf	99	Es	100	Fm	101	Md	102	No
227	ACTÍNIO	232	TÓRIO	231	PROTÁCTÍNIO	238	URÂNIO	237	NEPTÚNIO	244	PLÚTONÍO	243	AMERÍCIO	247	CURÍO	247	BERKELÍO	251	CALIFÓRNIO	252	EINSTEÍNIO	257	FÉRRIO	258	MÉNDELEVÍO	259	NOBÉLIO

- OBSERVAÇÕES:**
- Valores de massa atômica aproximados com a finalidade de serem utilizados em cálculos.
  - Os parênteses indicam a massa atômica do isótopo mais estável.
  - Fonte: IUPAC Periodic Table of the Elements (dezembro de 2006).

R = 0,082 atm.L.mol<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>  
 F = 96500 C  
 Constante de Avogadro ≈ 6,02.10<sup>23</sup>  
 L = litro  
 mL = mililitro  
 Kw = 1,0.10<sup>-14</sup> (a 25°C)  
 MM<sub>ar</sub> = 28,9g.mol<sup>-1</sup>  
 1pm ⇒ 1,0.10<sup>-12</sup> m

## Química – QUESTÕES de 01 a 06

LEIA CUIDADOSAMENTE O ENUNCIADO DE CADA QUESTÃO, FORMULE SUAS RESPOSTAS COM OBJETIVIDADE E CORREÇÃO DE LINGUAGEM E, EM SEGUIDA, TRANSCREVA COMPLETAMENTE CADA UMA NA FOLHA DE RESPOSTAS.

### INSTRUÇÕES:

- Responda às questões, com caneta de tinta AZUL ou PRETA, de forma clara e legível.
- Caso utilize letra de imprensa, destaque as iniciais maiúsculas.
- O rascunho deve ser feito no espaço reservado junto das questões.
- Na Folha de Respostas, identifique o número das questões e utilize APENAS o espaço destinado a cada uma, indicando, DE MODO COMPLETO, AS ETAPAS E OS CÁLCULOS envolvidos na resolução da questão.
- Será atribuída pontuação ZERO à questão cuja resposta
  - não se atenha à situação apresentada ou ao tema proposto;
  - esteja escrita a lápis, ainda que parcialmente;
  - apresente texto incompreensível ou letra ilegível.
- Será ANULADA a prova que
  - NÃO SEJA RESPONDIDA NA RESPECTIVA FOLHA DE RESPOSTAS;
  - ESTEJA ASSINADA FORA DO LOCAL APROPRIADO;
  - POSSIBILITE A IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO.

### Questão 01 (Valor: 10 pontos)

Sólido cristalino	P.F. (°C) a 1,0 atm	P.E. (°C) a 1,0 atm	Condução térmica ou elétrica	Dureza (Mohs)	Forma da partícula unitária	Força entre partículas
SiC	2 800	—	mau condutor de eletricidade	9,5	átomos unidos por ligações covalentes	ligações covalentes
MgO	2 825	3 600	mau condutor	6,5	cátions e ânions	atração eletrostática
I <sub>2</sub>	113,7	184,4	mau condutor	menor que 2,5	moléculas	dipolo instantâneo-dipolo induzido
Bi	271	1 564	bom condutor	2,25	cátions e átomos envolvidos por elétrons	ligações metálicas
Be <sub>2</sub> C	>2 100 *	—	mau condutor	2,69	cátions e ânions	atração eletrostática

\* decomposição

A tabela mostra propriedades físicas de alguns sólidos cristalinos e a natureza das partículas que os constituem.

As propriedades físicas dos sólidos estão relacionadas com suas estruturas e ligações químicas. Sólidos cristalinos, classificados como metálicos, iônicos, moleculares e covalentes, apresentam átomos, íons ou moléculas ordenados em arranjos tridimensionais totalmente regulares, denominados de retículos cristalinos. Esses sólidos geralmente têm superfícies planas ou faces que formam ângulos definidos entre si, como consequência de distribuições uniformes dessas partículas. As propriedades físicas, a exemplo do ponto de fusão e da dureza, dependem tanto dos arranjos de partículas quanto das forças de interação.

---

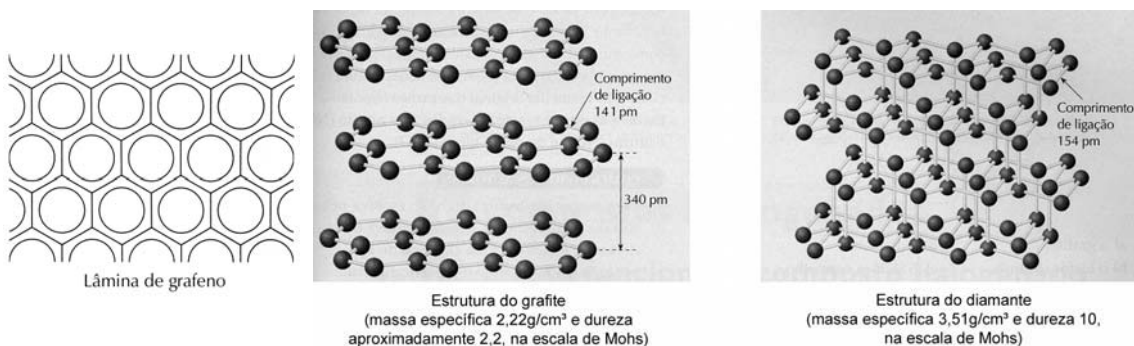
Considerando as informações contidas no texto e na tabela,

- classifique os sólidos cristalinos apresentados nessa tabela de acordo com suas propriedades físicas e com seus retículos cristalinos;
- justifique, com base na intensidade das interações interpartículas, a diferença entre as temperaturas de fusão dos sólidos cristalinos MgO e I<sub>2</sub>.

---

**RASCUNHO**

## Questão 02 (Valor: 15 pontos)



Uma fita adesiva é colocada sobre a escrita a lápis e, em seguida, removida cuidadosamente. Aderido a ela está um material muito valioso que contém grafeno e que poderá revolucionar toda a eletrônica. O grafeno é o mais novo membro de uma família que inclui o grafite, os nanotubos de carbono, os fulerenos e o diamante.

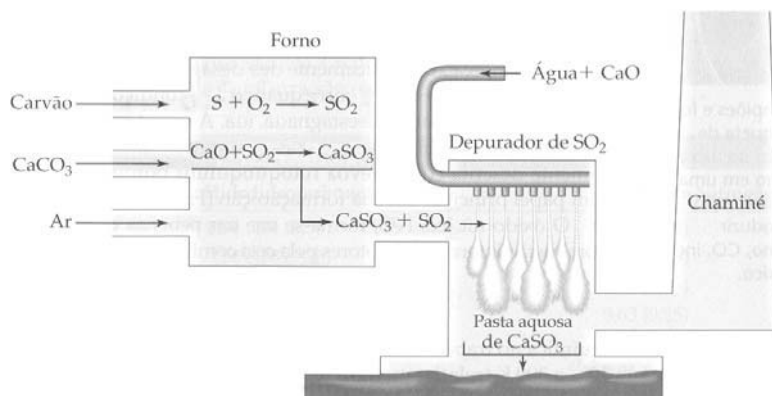
O silício transformou o mundo digital, mas os pesquisadores continuam ansiosos para descobrir novos materiais que tornarão os circuitos integrados ainda menores, bem mais rápidos e muito mais econômicos. Na ilustração, está o grafeno — isolado há quatro anos — constituído por lâminas planas formadas por anéis aromáticos condensados com apenas um átomo de carbono de espessura, 154 pm, e comprimento de ligação carbono-carbono de 141 pm. A estrutura laminar do grafeno, no sentido longitudinal da lâmina, é uma boa condutora da corrente elétrica, o que o torna promissor para monitores flexíveis e para dispositivos eletrônicos mais rápidos. Quando as lâminas de grafeno se unem, por meio de interações intermoleculares e apresentam distância entre elas de 340 pm, formam o grafite que, além de ser utilizado na escrita, é também empregado como lubrificante de equipamentos. As ligações  $\pi$  da estrutura do grafite não estão representadas na ilustração.

Com base nas informações do texto e na ilustração,

- justifique as diferenças entre os valores de massa específica e entre os valores de dureza do diamante e do grafite e fundamente a utilização do grafite como lubrificante;
- apresente um argumento que justifique a condutividade elétrica no grafeno.

## RASCUNHO

### Questão 03 (Valor: 20 pontos)



As combustões de carvão mineral e de petróleo são responsáveis por cerca de 80% do total de  $\text{SO}_2(\text{g})$  lançado na atmosfera, nos Estados Unidos. São liberadas mais de 30 milhões de toneladas de  $\text{SO}_2(\text{g})$  a cada ano, só nesse país. O carvão mineral utilizado nas usinas termoeletricas, para a geração de energia, pode conter cerca de 5% de enxofre, em massa, uma quantidade significativa quando comparada ao consumo mundial desse combustível. O dióxido de enxofre é um dos gases mais poluentes e prejudiciais à saúde e, por essa razão, vários processos têm sido desenvolvidos para a remoção de  $\text{SO}_2(\text{g})$  de gases residuais emitidos para a atmosfera, quando carvão e combustíveis derivados de petróleo são queimados. Um desses processos, ilustrado na figura, utiliza óxido de cálcio,  $\text{CaO}(\text{s})$  — proveniente da decomposição de carbonato de cálcio,  $\text{CaCO}_3(\text{s})$ , injetado no forno de usinas termoeletricas — que, ao reagir com  $\text{SO}_2(\text{g})$ , produz sulfito de cálcio,  $\text{CaSO}_3(\text{s})$ . Assim, o dióxido de enxofre é removido parcialmente dos gases residuais provenientes da queima desses combustíveis. O sulfito de cálcio pode ser aproveitado na dissolução de lignina pela indústria da celulose e de papel, após ter sido transformado em hidrogenossulfito de cálcio,  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2(\text{aq})$ .

Considerando essas informações e a ilustração do processo de remoção de  $\text{SO}_2(\text{g})$  de gases da combustão de carvão mineral, que contém 5% de enxofre em massa, e admitindo-se que todo  $\text{SO}_2(\text{g})$  reagiu com óxido de cálcio,

- determine quantas toneladas de carvão mineral, ao serem queimadas, produzem 56,25 milhões de toneladas de sulfito de cálcio anidro e puro;
- escreva a equação química que representa o equilíbrio químico na dissociação iônica do hidrogenossulfito de cálcio.

---

## RASCUNHO

---

### Questão 04 (Valor: 20 pontos)

O Brasil participa do ranking de 180 países como signatário do Tratado de Montreal, para eliminação de brometo de metil, tendo se comprometido a substituir, até 2015, as aplicações de 225 toneladas desse inseticida usado no cultivo de flores e de morango, dentre outras culturas, por tecnologias que não envolvam riscos à saúde e ao ambiente.

O brometo de metil,  $\text{CH}_3\text{Br}$ , P.E.  $4,5^\circ\text{C}$ , usado na desinfestação do solo e no controle de pragas, possui ligação carbono-bromo, que, após clivagem pela ação de ondas curtas, produz átomo de bromo capaz de reagir com o ozônio,  $\text{O}_3$ , na estratosfera. A contribuição significativa de moléculas de  $\text{CH}_3\text{Br}$ , nesse processo, depende, em parte, da concentração dessa substância próxima à superfície da Terra e de sua meia vida na atmosfera, ou seja, do tempo em que moléculas de  $\text{CH}_3\text{Br}$  permanecem sem reagir. O brometo de metil é removido da atmosfera próxima à superfície por um dos mecanismos que inclui a reação lenta com a água do oceano, que é representada pela equação química  $\text{CH}_3\text{Br}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{aq}) + \text{HBr}(\text{aq})$ .

Para determinar a importância potencial do brometo de metil na destruição de ozônio, é preciso estabelecer com que rapidez essa reação e os demais mecanismos removem  $\text{CH}_3\text{Br}$  da atmosfera, antes que se difunda na estratosfera. A partir da análise de amostras de ar contendo essa substância, foi estimado o tempo de meia vida de 1,0 ano na atmosfera mais baixa.

Considerando essas informações e a equação química e admitindo que a reação é de primeira ordem em relação ao brometo de metil, excluindo os demais mecanismos de remoção de  $\text{CH}_3\text{Br}$  da atmosfera e os fatores que possam influir sobre esse processo,

- determine em quanto tempo 75% de um conjunto de moléculas de  $\text{CH}_3\text{Br}$ , cujo tempo de meia vida é 1,0 ano na atmosfera, reage com a água e a velocidade aproximada de difusão de  $\text{CH}_3\text{Br}$  em relação ao ar;
- apresente um argumento que justifique por que a diminuição da concentração de  $\text{O}_3$ , na estratosfera, aumenta quando o tempo de meia vida de brometo de metil, na atmosfera próxima à superfície, for o dobro do determinado experimentalmente.

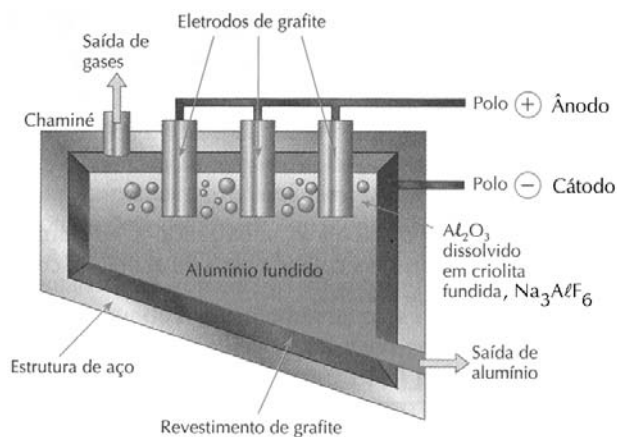
---

### RASCUNHO

### Questão 05 (Valor: 20 pontos)

Processo de produção de alumínio	Massa de alumínio obtida (g)	Energia consumida (kJ/mol)
Eletrólise do $\text{Al}_2\text{O}_3$	27	297,0
Reciclagem de alumínio	27	26,1

Alguns aspectos do processo de produção de alumínio



Célula eletrolítica utilizada na produção do alumínio

Os processos de eletrólise são amplamente utilizados, tanto em laboratórios quanto em indústrias metalúrgicas. As aplicações industriais dos processos eletroquímicos, embora representem alto consumo de energia, são de grande importância na produção de metais, a exemplo do alumínio, do sódio e do magnésio, que não podem ser obtidos por reações químicas que utilizam agentes redutores menos enérgicos do que o cátodo de células eletrolíticas.

O  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bruto, extraído da bauxita após sucessivas etapas de purificação, é submetido à eletrólise ígnea na obtenção de alumínio que, embora seja um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre, só começou a ser produzido, comercialmente, há pouco mais de um século. Atualmente, é usado na produção de embalagens, esquadrias, fuselagem de aviões. Esse metal resulta do processo eletrolítico de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , fundido a  $1000^\circ\text{C}$ , aproximadamente, com o auxílio de criolita,  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ , — processo desenvolvido por Héroult e Hall — e pode ser representado pela equação química global



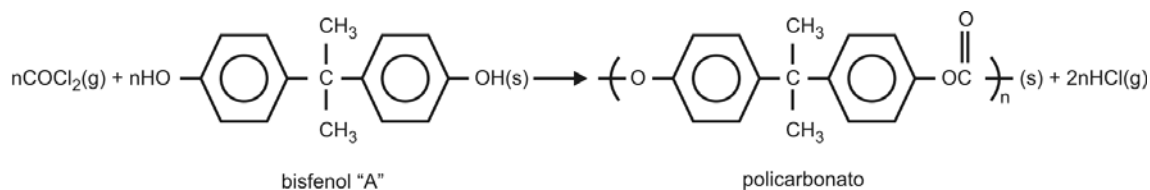
Com base na análise das informações do texto, na ilustração e nos dados da tabela e considerando a equação química global que representa o processo de produção de alumínio,

- represente as reações que ocorrem no ânodo e no cátodo da célula eletrolítica, por meio de semiequações, e justifique a produção do  $\text{CO}_2(\text{g})$  em um dos polos da célula eletrolítica;
- mencione a propriedade que torna possível a transformação do alumínio em chapas, lâminas e filmes para embalagens e duas vantagens da reciclagem desse metal, fundamentando suas respostas.

## RASCUNHO

### Questão 06 (Valor: 15 pontos)

À medida que a população humana se aproxima dos 7 bilhões de habitantes, crescem os impactos ambientais motivados pela busca por novos materiais, alimentos e energia capazes de suprir os processos de produção necessários ao desenvolvimento da sociedade moderna. Para que esses processos estejam em equilíbrio com o ambiente, é preciso que essas necessidades sejam satisfeitas a partir de fontes de energia e de recursos sustentáveis. A “Química Verde” tem como objetivo promover o desenvolvimento e a aplicação de produtos e de processos compatíveis com a saúde e com a preservação ambiental. Assim, os processos de produção de materiais e de substâncias devem gerar o mínimo possível de rejeitos, com pouca ou nenhuma toxicidade ou de impacto ambiental. De acordo com a “Química Verde”, o carbonato de metil,  $\text{CO}(\text{CH}_3\text{O})_2(\ell)$ , P.E.  $90^\circ\text{C}$ , pode substituir o fosgênio,  $\text{COCl}_2(\text{g})$  — substância tóxica usada como gás asfixiante na I Guerra Mundial —, no processo de produção de policarbonato “Lexan”, empregado na fabricação de CDs, garrações de água, janelas de aviões, de “vidro à prova de balas”, representado, resumidamente, pela equação química de polimerização



Considerando-se essas informações e a partir da equação química que representa a reação de polimerização que utiliza fosgênio e bisfenol “A” na produção de policarbonato “Lexan”,

- escreva a fórmula molecular e o nome do produto secundário obtido a partir da substituição do fosgênio pelo carbonato de metil nessa equação química;
- escreva, com base na teoria de repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência, a fórmula estrutural do carbonato de metil, substituindo o grupo  $\text{---CH}_3$ , nessa estrutura, por R, e determine o número de pares eletrônicos não ligantes do átomo central.

### RASCUNHO



---

## Fontes das ilustrações

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; JÚNIOR BUSTEN, B. E. **Química**: a ciência central. Tradução Robson Matos. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. p. 661. Tradução de: *Chemistry – The Central Science*. (Questão 03).

FELTRE, R. **Química**. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004. v. 2, p. 351. (Questão 05).

PERUZZO, F. M. (Tito); CANTO, E. L. do. **Química na abordagem do cotidiano**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2006. v. 3, p. 187. (Questão 02).

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. v. 2, p. 307. (Questão 05).

\* \* \*

