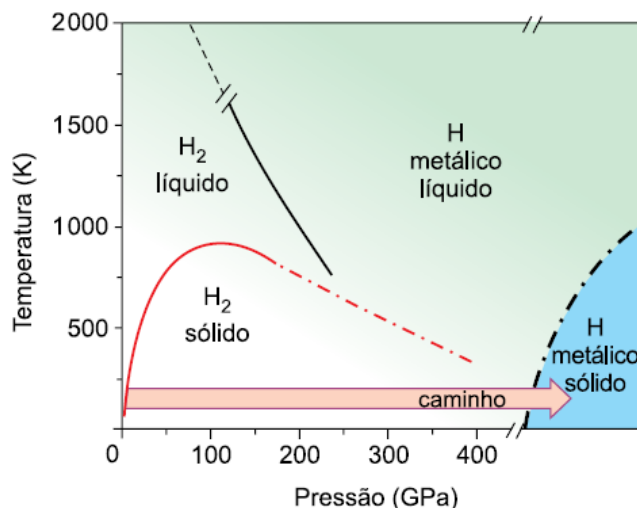


FASM 2017 - MEDICINA - Segundo Semestre  
FACULDADE SANTA MARCELINA

Leia o texto para responder às questões 01 e 02.

Em janeiro de 2017, cientistas de Harvard anunciaram a façanha de obtenção do hidrogênio metálico pela primeira vez na história mediante a aplicação de uma pressão de 495 Gigapascal (GPa) em uma pequena amostra de hidrogênio, fenômeno que havia sido teorizado há cerca de 100 anos pelos cientistas Wigner e Huntington. De acordo com o diagrama de fases apresentado, um dos caminhos para obtenção do hidrogênio metálico sólido envolve o aumento progressivo da pressão à baixa temperatura.



(Ranga P. Dias e Isaac F. Silvera. *Science*, 2017. Adaptado.)

**01.** A primeira fase para obtenção do hidrogênio metálico consiste na formação de hidrogênio molecular sólido.

**a)** Considerando o isótopo mais estável do átomo de hidrogênio ( $Z = 1$  e  $A = 1$ ), calcule seu número de prótons e de nêutrons e indique quantos elétrons esse isótopo possui na camada de valência.

**b)** Represente a fórmula estrutural do hidrogênio molecular e indique a geometria dessa molécula.

**Resolução:**

**a)** Isótopo mais estável do átomo de hidrogênio ( $Z = 1$  e  $A = 1$ ):

${}^1_1\text{H}$ :  $1s^1$  (1 elétron de valência)

$Z = 1 \Rightarrow 1$  próton

$n = 1 - 1 = 0 \Rightarrow 0$  nêutron

**b)** Fórmula estrutural do hidrogênio molecular ( $\text{H}_2$ ):  $\text{H}-\text{H}$ ; geometria linear.

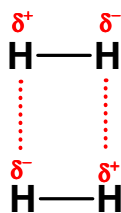
**02.** Conforme o diagrama apresentado, a obtenção de hidrogênio metálico decorre da transformação de hidrogênio molecular sólido em um ambiente de baixa temperatura e de alta pressão.

**a)** Represente as interações entre duas moléculas do hidrogênio molecular sólido e escreva o nome da força intermolecular envolvida nessa interação.

**b)** Explique, em termos de interações intermoleculares, por que a obtenção de hidrogênio molecular sólido somente ocorre em um ambiente de temperatura muito baixa ou de alta pressão.

**Resolução:**

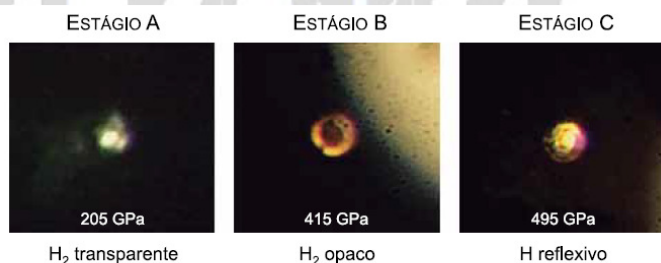
a) Representação das interações entre duas moléculas do hidrogênio molecular sólido:



Nome da força intermolecular envolvida nessa interação: dipolo induzido-dipolo induzido ou força de van der waals.

b) A temperatura baixa implica na diminuição do número de choques entre as moléculas (ocorre diminuição da energia cinética, entre outros fatores) e a alta pressão propicia a aproximação das moléculas para a formação da ligação intermolecular.

03. As figuras apresentam o hidrogênio sólido em três estágios sucessivos de compressão (A, B e C) até a obtenção do hidrogênio metálico.



(Ranga P. Dias e Isaac F. Silvera. *Science*, 2017. Adaptado.)

Em uma pressão de aproximadamente 205 GPa, a amostra de hidrogênio molecular sólido é transparente. Quando a pressão se aproxima de 415 GPa, a amostra começa a ficar preta. Porém, quando se atinge a pressão de 495 GPa, a amostra deixa de ser preta e passa a ter alta refletividade. Em termos de ligação química, explique:

a) por que a alta refletividade da amostra no estágio C indica a obtenção de hidrogênio metálico.

b) por que o hidrogênio molecular sólido nos estágios A e B não apresenta refletividade.

**Resolução:**

a) A alta refletividade da amostra no estágio C indica a obtenção de hidrogênio metálico, pois os elétrons livres presentes nos compostos formados por ligação metálica são responsáveis pelo “brilho” metálico (efeito fotoelétrico).

b) O hidrogênio molecular sólido nos estágios A e B não apresenta refletividade, pois não existem elétrons livres, ou seja, os átomos de hidrogênio estão ligados por ligação covalente e entre as moléculas existem as forças intermoleculares do tipo dipolo induzido.

04. No final do ano de 2016, “viralizou” a notícia publicada pelo jornal amazonense *A crítica* sobre a “criação” de uma nova fórmula química por um estudante brasileiro do ensino médio. A “Fórmula de Kelvin”, como foi registrada em cartório, permite o cálculo da massa de metal depositada (M), em gramas, em uma eletrólise, por meio da expressão que relaciona o número de oxidação (Nox) e a massa atômica (A) do referido metal:

$$M \cdot \text{Nox} = \frac{A}{10}$$

A fórmula em questão não apresenta nenhuma novidade em relação às Leis de Faraday publicadas ainda no século XIX. Além disso, possui uma limitação que compromete totalmente sua validade, pois se aplica apenas a uma condição específica de eletrólise.

Considere os dados:  $F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$  e  $\text{Cu} = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

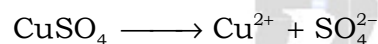
a) Utilizando as Leis de Faraday, calcule a massa de cobre, em gramas, depositada em uma cuba eletrolítica contendo uma solução de sulfato de cobre II e submetida a uma corrente de 5 A, durante 193 segundos. Escreva a semirreação balanceada que representa esse processo.

b) Utilizando a “Fórmula de Kelvin”, calcule a massa de cobre, em gramas, que seria depositada em uma cuba eletrolítica contendo uma solução de sulfato de cobre II e submetida a uma corrente de 5 A, durante 193 segundos. Explique por que essa fórmula não está correta e qual sua séria limitação.

### Resolução:

a) Para uma solução de sulfato de cobre II, vem:

$$Q = i \times t \Rightarrow Q = 5 \text{ A} \times 193 \text{ s} = 965 \text{ C}$$



$$2F \text{ ————— } 63,5 \text{ g}$$

$$2 \times 96500 \text{ C ————— } 63,5 \text{ g}$$

$$965 \text{ C ————— } m_{\text{Cu}}$$

$$m_{\text{Cu}} = \frac{965 \text{ C} \times 63,5 \text{ g}}{2 \times 96500 \text{ C}}$$

$$m_{\text{Cu}} = 0,3175 \text{ g}$$

b) Utilizando a “Fórmula de Kelvin”, vem:

$$A_{\text{Cu}} = 63,5 \text{ u (massa atômica)} \Rightarrow \text{Massa molar do Cu} = 63,5 \text{ g}$$

$$\text{Nox (cobre II)} = +2$$

$$M \cdot \text{Nox} = \frac{A}{10}$$

$$M \times (+2) = \frac{63,5 \text{ g}}{10}$$

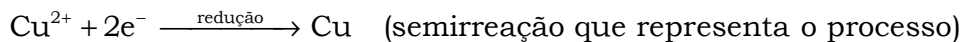
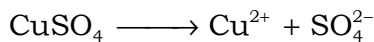
$$M = \frac{6,35 \text{ g}}{2} = 3,175 \text{ g}$$

A fórmula não está correta para a carga de 965 C, pois o valor encontrado para a massa depositada foi dez vezes maior do que o esperado.

A séria limitação é o fato de a fórmula depender de uma carga de 9650 C.

$$Q = i \times t$$

$$Q = 9650 \text{ C}$$



$$2 \times 96500 \text{ C} \longrightarrow 63,5 \text{ g}$$

$$9650 \text{ C} \longrightarrow m_{\text{Cu}}$$

$$m'_{\text{Cu}} = \frac{9650 \text{ C} \times 63,5 \text{ g}}{2 \times 96500 \text{ C}}$$

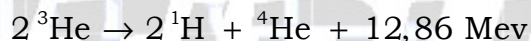
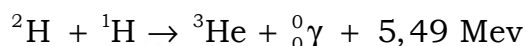
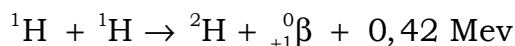
$$m'_{\text{Cu}} = 3,175 \text{ g}$$

Leia o texto para responder às questões **05** e **06**.

Ao contrário do que ocorre para as reações de fissão nuclear, os cientistas ainda não desenvolveram mecanismos seguros e estáveis para controle das reações de fusão nuclear. Um grande avanço foi realizado no final de 2016 por uma equipe de cientistas do Instituto Max Planck da Alemanha e do Departamento de Energia dos Estados Unidos, que conseguiu obter átomos de hélio ( $Z = 2$  e  $A = 4$ ) por meio da fusão de isótopos do hidrogênio ( $Z = 1$  e  $A = 1$ ), como o deutério ( $Z = 1$  e  $A = 2$ ). A fusão nuclear foi realizada em um reator de fusão que utiliza campo magnético em três dimensões, denominado Wendelstein 7-X (W 7-X).

(<http://super.abril.com.br>. Adaptado.)

**05.** As reações de fusão de isótopos de hidrogênio, como as realizadas artificialmente no W 7-X, ocorrem naturalmente em estrelas, especialmente no Sol, há 4 bilhões de anos. A reação nuclear de produção de hélio ocorre por diferentes vias reacionais. Uma das vias envolve uma série de etapas que, simplificada, são representadas pelas equações:

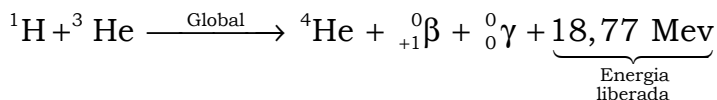
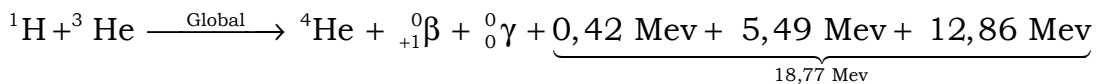
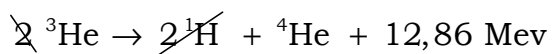
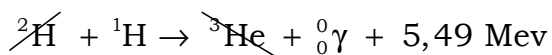
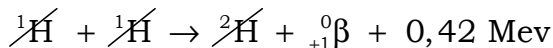


**a)** A partir dessa série de etapas, represente a equação da reação global e calcule a quantidade total de energia liberada na obtenção do isótopo mais estável do hélio.

**b)** Considerando que 1 MeV equivale a  $1,6 \times 10^{-16}$  kJ e que a energia liberada na combustão completa de 1 mol de carvão [C(s)] é aproximadamente 400 kJ, calcule a quantidade de energia, em kJ, liberada apenas pela última etapa da série de reações responsável pela obtenção de 1 mol de hélio e compare com a quantidade de energia liberada na combustão completa de 1 mol de carvão.

**Resolução:**

a) A partir das equações fornecidas no enunciado da questão, vem:



b) Teremos:



$$1 \text{ átomo de } ^4\text{He} \longrightarrow 12,86 \times 1,6 \times 10^{-16} \text{ kJ}$$

$$6 \times 10^{23} \text{ átomos de } ^4\text{He} \longrightarrow E_{\text{liberada 1 mol } ^4\text{He}}$$

$$E_{\text{liberada 1 mol } ^4\text{He}} = 6 \times 10^{23} \times 12,86 \times 1,6 \times 10^{-16} \text{ kJ}$$

$$E_{\text{liberada 1 mol } ^4\text{He}} = 123,456 \times 10^7 \text{ kJ} \approx 1,2 \times 10^9 \text{ kJ}$$

$$E_{\text{liberada 1 mol de C}} = 400 \text{ kJ}$$

$$\frac{E_{\text{liberada 1 mol } ^4\text{He}}}{E_{\text{liberada 1 mol de C}}} = \frac{1,2 \times 10^9 \text{ kJ}}{400 \text{ kJ}} = 3,0 \times 10^6$$

$$E_{\text{liberada 1 mol } ^4\text{He}} = 3,0 \times 10^6 \times E_{\text{liberada 1 mol de C}}$$

Conclusão: a energia liberada por um mol de hélio na última etapa da série é três milhões de vezes maior do que a liberada na queima de um mol de carvão.

**06.** Se os próximos passos dos experimentos realizados no W 7-X derem certo, no futuro poderemos ter uma fonte de energia extremamente eficiente que beneficiará toda a humanidade, pois, além de praticamente não gerar impactos ambientais, como os causados pelos combustíveis fósseis, quase não produz lixo radioativo comparado com as reações de fissão nuclear.

a) Explique a diferença entre uma reação de fissão e uma reação de fusão nuclear.

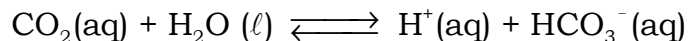
b) Por que a utilização da fusão nuclear por meio do processo empregado no W 7-X como fonte de energia gera menos lixo radioativo e menos impactos ambientais?

**Resolução:**

a) Na fissão nuclear ocorre a separação dos componentes de um ou mais núcleos atômicos, na fusão nuclear ocorre a união (fusão) dos componentes dos núcleos atômicos envolvidos.

b) A utilização da fusão nuclear por meio do processo empregado no W 7-X como fonte de energia gera menos lixo radioativo e menos impactos ambientais, pois o processo global produz um gás nobre inerte no meio ambiente, o hélio.

**07.** O controle do pH sanguíneo é de extrema importância tanto para o adequado funcionamento do organismo quanto para a manutenção da vida humana. O sangue tem um caráter levemente alcalino, com seu pH variando de 7,35 a 7,45, entretanto valores de pH, aproximadamente, abaixo de 7,0 e acima de 8,0 podem levar à morte. Um dos sistemas responsáveis pelo controle do pH sanguíneo é um sistema tampão ácido-base. Uma solução-tampão é a solução que praticamente não sofre variação considerável de pH pela adição de pequenas quantidades de ácidos fortes ou de bases fortes. O processo de tamponagem mais comum envolve o equilíbrio entre o íon bicarbonato e o gás carbônico dissolvido em água ou ácido carbônico, conforme representado pela equação:



**a)** Calcule os limites mínimo e máximo das concentrações de  $\text{H}^+$  no sangue que podem levar à morte de uma pessoa.

**b)** Explique de que modo o sistema tampão do sangue permite manter praticamente constante o valor do pH mesmo com eventuais aumentos da concentração de  $\text{H}^+$  decorrentes de processos metabólicos.

**Resolução:**

**a)** De acordo com o texto valores de pH, aproximadamente, abaixo de 7,0 e acima de 8,0 podem levar à morte. Então:

$$\text{pH} = 7$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

$$7 = -\log[\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH}' = 8$$

$$\text{pH}' = -\log[\text{H}^+]'$$

$$8 = -\log[\text{H}^+]'$$

$$[\text{H}^+]' = 10^{-8} \text{ mol/L}$$

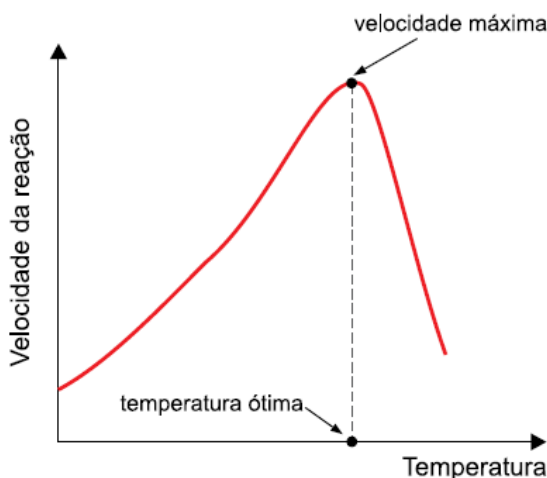
Limite mínimo de concentração de  $\text{H}^+$ :  $10^{-8} \text{ mol/L}$ .

Limite máximo de concentração de  $\text{H}^+$ :  $10^{-7} \text{ mol/L}$ .

**b)** O sistema tampão do sangue permite manter praticamente constante o valor do pH devido à presença dos ânions  $\text{HCO}_3^-$  que reagem com o excesso de cátions  $\text{H}^+$  presentes.

**08.** As enzimas são proteínas especializadas que podem aumentar a velocidade de uma reação metabólica em até  $10^{17}$  vezes.

Sem a ação das enzimas, a maioria das reações químicas nos sistemas biológicos seria muito lenta para fornecer produtos na proporção adequada para sustentar a vida humana. A atividade enzimática depende de uma série de fatores, dentre os quais a temperatura do meio, conforme representado no gráfico.



**a)** Em relação ao aspecto cinético, explique qual a função de uma enzima e de que modo ela acelera a velocidade de uma reação.

**b)** Analisando o gráfico, explique por que o aumento da temperatura favorece a velocidade da reação enzimática até uma temperatura ótima, mas depois dessa temperatura a velocidade da reação decresce bruscamente.

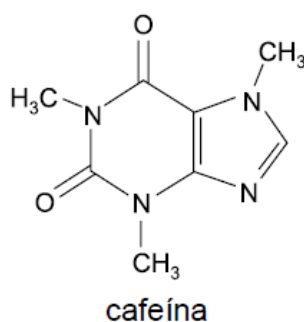
**Resolução:**

**a)** Em relação ao aspecto cinético uma enzima atua como um catalisador, ou seja, ela provoca a diminuição da energia de ativação do sistema.

**b)** O aumento da temperatura favorece a velocidade da reação enzimática até uma temperatura ótima, pois nesta temperatura a energia de ativação é atingida. Após este ponto começa a ocorrer a degradação desta enzima.

Leia o texto para responder às questões **09** e **10**.

Recentemente foi publicada no site da BBC uma notícia sobre um acidente que quase matou dois estudantes de Ciência do Esporte da Universidade de Northumbria, no Reino Unido. O acidente foi provocado por um erro elementar de cálculo em uma experiência com a substância cafeína, o que fez com que os estudantes ingerissem uma dosagem excessiva que quase provocou morte deles.



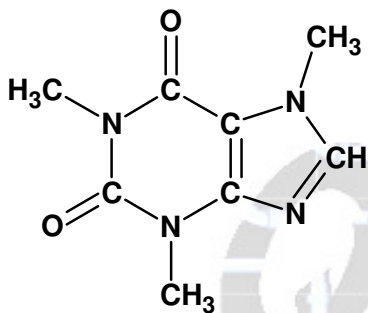
09. No teste estava inicialmente previsto que os estudantes deveriam consumir  $1,54 \times 10^{-3}$  mol de cafeína, entretanto, em função do erro de cálculo por parte dos funcionários, os estudantes acabaram ingerindo uma quantidade 100 vezes maior que a prevista inicialmente.

a) Escreva a fórmula molecular da cafeína e calcule sua massa molecular.

b) Calcule a massa de cafeína prevista inicialmente e a massa que os estudantes acabaram ingerindo por causa do erro de cálculo dos funcionários.

**Resolução:**

a) Fórmula molecular da cafeína:  $C_8H_{10}N_4O_2$ .



Massa molecular: 194 u.

$$C_8H_{10}N_4O_2 = 8 \times 12 + 10 \times 1 + 4 \times 14 + 2 \times 16$$

$$C_8H_{10}N_4O_2 = 194 \text{ u}$$

b) Cálculo da massa de cafeína prevista inicialmente:

$$M_{C_8H_{10}N_4O_2} = 194 \text{ g/mol}$$

$$n_{\text{inicial}} = 1,54 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m_{\text{inicial}} = 1,54 \times 10^{-3} \times 194 \text{ g}$$

$$m_{\text{inicial}} = 0,29876 \text{ g}$$

$$m_{\text{inicial}} \approx 0,3 \text{ g}$$

Cálculo da massa que os estudantes acabaram ingerindo:

$$M_{C_8H_{10}N_4O_2} = 194 \text{ g/mol}$$

$$n_{\text{inicial}} = 1,54 \times 10^{-3} \text{ mol} \times \underbrace{100}_{\substack{100 \text{ vezes} \\ \text{maior}}}$$

$$m_{\text{inicial}} = 1,54 \times 10^{-3} \times 194 \text{ g} \times 100$$

$$m_{\text{inicial}} = 29,876 \text{ g}$$

$$m_{\text{inicial}} \approx 30 \text{ g}$$

10. No experimento realizado pelos estudantes, a cafeína em pó foi adicionada a um copo de suco de laranja, à temperatura ambiente, e consumida imediatamente. Isso foi possível devido à solubilidade da cafeína em água.

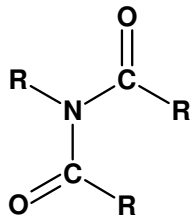
a) Com base na fórmula estrutural da cafeína, reproduza e classifique um grupo funcional presente nessa molécula.

b) Explique quimicamente a solubilidade da cafeína em água.

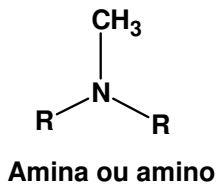


**Resolução:**

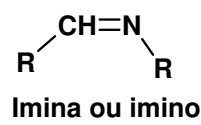
a) Possíveis respostas para um dos grupos funcionais presentes nessa molécula:



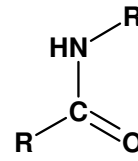
Imida ou imido



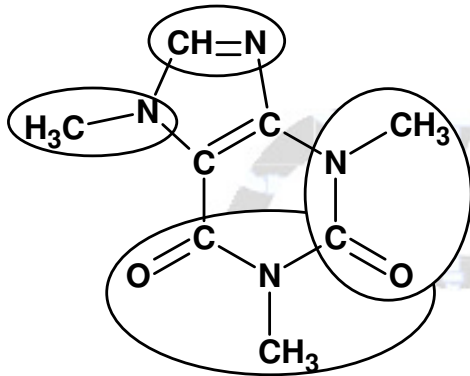
Amina ou amino



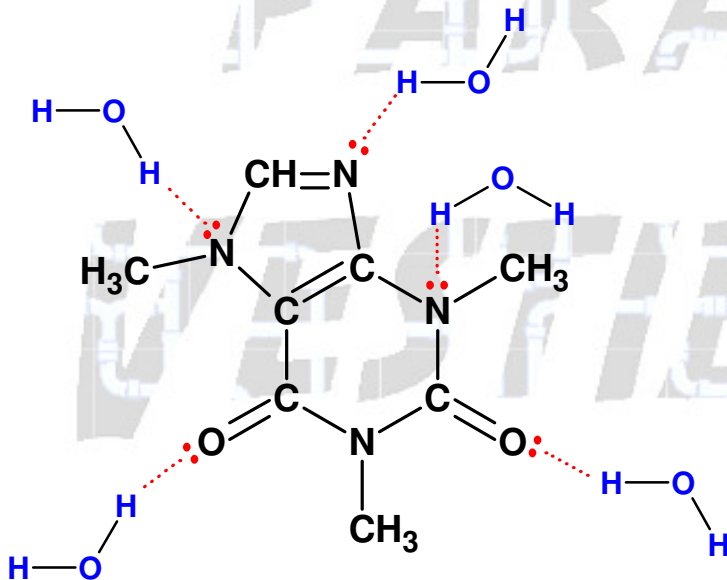
Imina ou imino



Amida



b) A solubilidade da cafeína em água é elevada devido à presença de nitrogênio e oxigênio que geram regiões polares na estrutura da cafeína que interagem com a água por ligações de hidrogênio.



CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA

1 H hidrogênio 1,01																	2 He hélio 4,00
3 Li lítio 6,94	4 Be berílio 9,01											5 B boro 10,8	6 C carbono 12,0	7 N nitrogênio 14,0	8 O oxigênio 16,0	9 F flúor 19,0	10 Ne neônio 20,2
11 Na sódio 23,0	12 Mg magnésio 24,3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al alumínio 27,0	14 Si silício 28,1	15 P fósforo 31,0	16 S enxofre 32,1	17 Cl cloro 35,5	18 Ar argônio 40,0
19 K potássio 39,1	20 Ca cálcio 40,1	21 Sc escândio 45,0	22 Ti titânio 47,9	23 V vanádio 50,9	24 Cr cromio 52,0	25 Mn manganês 54,9	26 Fe ferro 55,8	27 Co cobalto 58,9	28 Ni níquel 58,7	29 Cu cobre 63,5	30 Zn zinco 65,4	31 Ga gálio 69,7	32 Ge germânio 72,6	33 As arsênio 74,9	34 Se selênio 79,0	35 Br bromo 79,9	36 Kr criptônio 83,8
37 Rb rubídio 85,5	38 Sr estrôncio 87,6	39 Y ítrio 88,9	40 Zr zircônio 91,2	41 Nb nióbio 92,9	42 Mo molibdênio 96,0	43 Tc tecnécio	44 Ru rutênio 101	45 Rh ródio 103	46 Pd paládio 106	47 Ag prata 108	48 Cd cádmio 112	49 In índio 115	50 Sn estanho 119	51 Sb antimônio 122	52 Te telúrio 128	53 I iodo 127	54 Xe xenônio 131
55 Cs césio 133	56 Ba bário 137	57-71 lantanoídes	72 Hf háfnio 178	73 Ta tântalo 181	74 W tungstênio 184	75 Re rênio 186	76 Os ósio 190	77 Ir irídio 192	78 Pt platina 195	79 Au ouro 197	80 Hg mercúrio 201	81 Tl tálio 204	82 Pb chumbo 207	83 Bi bismuto 209	84 Po polônio	85 At astato	86 Rn radônio
87 Fr frâncio	88 Ra rádio	89-103 actinoídes	104 Rf rutherfordio	105 Db dúbnio	106 Sg seabórgio	107 Bh bóhrio	108 Hs hássio	109 Mt meitnério	110 Ds damstádio	111 Rg roentgênio	112 Cn copernício	113 Nh nihônio	114 Fl fleróvio	115 Mc moscúvio	116 Lv livermório	117 Ts tenessino	118 Og oganessônio

Número atômico  
Símbolo  
nome  
Massa atômica

57 La lantânio 139	58 Ce césio 140	59 Pr praseodímio 141	60 Nd neodímio 144	61 Pm promécio	62 Sm samário 150	63 Eu eúrópio 152	64 Gd gadolínio 157	65 Tb térbio 159	66 Dy disprósio 163	67 Ho hólmio 165	68 Er érbio 167	69 Tm túlio 169	70 Yb itérbio 173	71 Lu lutécio 175
89 Ac actínio	90 Th tório 232	91 Pa protactínio 231	92 U urânio 238	93 Np neptúnio	94 Pu plutônio	95 Am amerício	96 Cm cúrio	97 Bk berquétio	98 Cf califórnia	99 Es einstênio	100 Fm fémio	101 Md mendelévio	102 No nobélio	103 Lr laurêncio

Notas: Os valores de massas atômicas estão apresentados com três algarismos significativos. Não foram atribuídos valores às massas atômicas de elementos artificiais ou que tenham abundância pouco significativa na natureza. Informações adaptadas da tabela IUPAC 2016.

PARA O

VESTIBULAR