

## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

A respeito do processo de destilação destrutiva de substâncias carbonáceas, julgue os itens a seguir.

- 51 Nas indústrias petrolíferas, as unidades de destilação são necessárias nos casos em que haja exigência do processo de refino de petróleo, dispensando-se esse tipo de estrutura em algumas refinarias, conforme o tipo de operação realizada.
- 52 Nas unidades de destilação de planta industrial de refino de petróleo, a primeira etapa do processo é a destilação primária, processo químico que envolve reações de alquilação e hidrogenação, originando produtos que não requerem tratamentos secundários, como gasolina, óleo diesel, nafta, solventes e querosene.
- 53 O petróleo é uma complexa mistura de compostos orgânicos e inorgânicos em que predominam polímeros de celulose e lignina.
- 54 Em uma refinaria de petróleo, os parâmetros produtivos independem da origem ou do produto a ser obtido.
- 55 A desasfaltação a propano é um processo de separação, de natureza física, que gera como subproduto de extração o óleo combustível ultraviscoso.
- 56 O processo de desaromatização a furfural, necessário para a produção de lubrificantes, é de natureza química e consiste na extração de compostos aromáticos polinucleados, com o emprego de furfural.

A respeito de craqueamento e hidrocraqueamento de petróleo, julgue os próximos itens.

- 57 Diversas frações extraídas do processo de craqueamento catalítico do petróleo, incluídos o óleo leve e o óleo decantado, passam para a unidade de tratamento com dietilamina, seguido de tratamento cáustico para a remoção de H<sub>2</sub>S.
- 58 No craqueamento térmico ou catalítico, as reações da fase primária são endotérmicas, ao passo que as da fase secundária, que envolve isomerização, transferência de hidrogênio e condensação, são exotérmicas.
- 59 Os craqueamentos térmico e catalítico se diferenciam pelas pressões e temperaturas de trabalho: o processo catalítico apresenta maior rendimento em nafta e gás liquefeito de petróleo e o processo térmico produz maior quantidade de coque e gás combustível.
- 60 O coque pode ser formado pela reação de policondensação de aromáticos e de polimerização de olefinas. Essa reação de condensação é realizada via desidrogenação e desalquilação, com subsequente polimerização dos radicais livres formados.

Considerando a composição de lubrificantes, a natureza do óleo cru que lhes deu origem e o processo de refino, julgue os itens que se seguem.

- 61 Para se determinar o melhor perfil de lubrificantes para o desempenho da função, deve-se considerar, principalmente, sua viscosidade e seu ponto de fulgor.
- 62 Para conferir determinada característica aos lubrificantes ou melhorá-la, pode-se recorrer ao uso de aditivos como emulsificantes, biocidas, corantes, agente antidesgaste, melhoradores do índice de viscosidade e agentes de extrema pressão.
- 63 O comportamento uniforme de um lubrificante em relação à viscosidade em condições de alta ou de baixa temperatura deve-se ao processo de alquilação que remove compostos aromáticos.
- 64 Os óleos lubrificantes minerais são constituídos por hidrocarbonetos parafínicos, naftênicos e aromáticos, sendo a última classe a que apresenta maior limitação de uso para fim de lubrificação.
- 65 Os óleos vegetais podem ser utilizados como lubrificantes pois apresentam mais estabilidade oxidativa a temperaturas elevadas que os lubrificantes de origem mineral.
- 66 Os lubrificantes sintéticos são constituídos de polímeros que podem suportar condições adversas, contudo, devido ao seu processo produtivo e outras características específicas, seu custo é mais elevado que os de origem mineral e(ou) vegetal.

A respeito da produção de combustíveis fósseis, julgue os itens seguintes.

- 67 A produção de gasolina pode ser feita por alquilação catalítica, a partir de componentes de gás liquefeito de petróleo, catalisada por um agente de forte caráter básico.
- 68 Os processos de tratamento de produtos oriundos do craqueamento têm por finalidade a remoção de hidrocarbonetos de tamanhos não desejados, para a garantia da estabilidade química do produto acabado.
- 69 Os aditivos do diesel são compostos iônicos empregados para a redução catalítica da formação de material particulado durante a queima.
- 70 O gás liquefeito de petróleo é uma mistura de gases condensáveis que estão dissolvidos no petróleo ou no gás natural e que é obtido a partir do craqueamento catalítico de petróleo.
- 71 O processo Fischer-Tropsch produz combustíveis líquidos a partir de hidrocarbonetos leves obtidos no processo de destilação primária, como GLP, metano e hidrocarbonetos leves, sem a adição de catalisadores e demais reagentes para o processo.
- 72 A produção de gasolina de alta octanagem pode ser feita por meio da reforma catalítica ou reformação, que transforma o nafta de destilação direta, rico em hidrocarbonetos parafínicos, em outro, rico em hidrocarbonetos aromáticos.

Considerando os processos de hidrotreatamento e de hidrocrackeamento em grandes refinarias de petróleo, julgue os próximos itens.

- 73** O hidrogênio produzido por meio de oxidação parcial de frações pesadas do petróleo, como óleo combustível, utiliza de 30% a 40% da quantidade estequiométrica de O<sub>2</sub> ideal para a reação de combustão completa, e o excesso de combustível que não for queimado reagirá com os produtos de combustão inicial, dando origem a CO e H<sub>2</sub>.
- 74** A produção de gás de síntese por meio do processo de reforma a vapor envolve a reestruturação de moléculas de hidrocarbonetos na presença de vapor d'água e catalisadores seletivos para essa reação.
- 75** A produção de acetileno pode ser feita pela reação de hidratação de carbureto de cálcio originando como subproduto H<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>.
- 76** A tecnologia de produção de gás de síntese mais utilizada na indústria petrolífera é a de oxidação parcial, dado o elevado grau de pureza de H<sub>2</sub> gerado por meio desse processo.

Com relação à estrutura e às características da indústria de petróleo, gás natural e biocombustíveis, julgue os itens a seguir.

- 77** Metano, etano e isobutano são exemplos de hidrocarbonetos parafínicos normais.
- 78** A classe parafínica é composta por óleos leves, os quais são excelentes para a produção de querosene de avião, diesel, lubrificantes e parafinas.

Um dos objetivos da indústria de petróleo é garantir o uso racional dos derivados de petróleo de forma sustentável e com os melhores padrões de desempenho. No que se refere a esse assunto e à realização de ensaios e interpretação de resultados de análises de combustíveis, julgue os itens seguintes.

- 79** Os ensaios empregados na avaliação da volatilidade dos combustíveis são os de faixa de temperatura de ebulição ASTM (*american society for testing and materials*), pressão de vapor Reid, ponto de fulgor, intemperismo, corrosividade ao cobre ou prata e o índice de acidez total.
- 80** Entre os requisitos para o controle de qualidade dos combustíveis incluem-se a volatilidade, a combustão, o escoamento, a estabilidade química e térmica, a emissão de gases poluentes e a corrosividade.

Acerca das características gerais dos combustíveis líquidos derivados de petróleo, gás natural e biocombustíveis, julgue os itens que se seguem.

- 81** A formação de depósitos no motor, por meio da gasolina, se dá devido à presença de gomas e compostos de alto ponto de ebulição.
- 82** A gasolina automotiva possui como característica ótima a resistência à detonação, expressa pelo índice antidetonante (IAD), o qual é definido pela média aritmética entre RON (*research octane number*) e MON (*motor octane number*).

Julgue os próximos itens, no que se refere à mecânica dos fluidos.

- 83** O fluxo turbulento regido por propriedades inerciais do fluido é indiretamente influenciado pela sua viscosidade.
- 84** O fluxo laminar prevalece em altas velocidades de fluxo em função da proporção entre a tensão de cisalhamento e a taxa de cisalhamento do fluido.

Com relação às propriedades dos fluidos de perfuração, julgue os itens subsequentes.

- 85** Por meio da condutividade elétrica é possível avaliar com maior precisão as características da formação das emulsões de água em óleo através dos perfis elétricos.
- 86** O monitoramento, por anéis de aço, da corrosão da superfície do tubo de perfuração revela como tal corrosão está relacionada às falhas e fornece informações a respeito da fragilização por hidrogênio, por tensão ou de outras formas de fratura.

No que se refere à estática dos meios fluidos, julgue o item abaixo.

- 87** Um fluido é considerado relativamente incompressível quando possui baixo módulo de elasticidade volumétrico, ou seja, se uma pequena variação de pressão do fluido gera grande variação no seu volume ocupado.

Julgue o item a seguir acerca das leis básicas para sistemas e volumes de controle de fluidos.

- 88** A relação entre um sistema e um volume de controle difere da relação existente entre as descrições Euleriana e Lagrangeana.

Julgue os itens subsequentes, relativos à medição de grandezas físicas na indústria do petróleo.

- 89** O alto ponto de fluidez (APF) do petróleo e o baixo ponto de fluidez (BPF) devem ser determinados pelo método ASTM D5950.
- 90** O método utilizado para determinar a densidade do óleo cru é o grau API, expresso pela equação  $^{\circ}\text{API} = \frac{141,5}{SG} - 131,5$ , em que SG é a massa específica do óleo cru em relação à massa específica da água a 25 °C.

RASCUNHO

Em relação a pressão, velocidade e vazão, julgue os próximos itens.

- 91 A velocidade espacial (VE) é uma variável de operação de um reator de hidrotreatamento (HDT) do processo de hidrorrefino (HDR) de grande importância na obtenção da conversão

desejada no reator. Ela é expressa por  $VE = \left( \frac{Q_{\text{carga}}}{V_{\text{cat}}} \right) h$ , em que

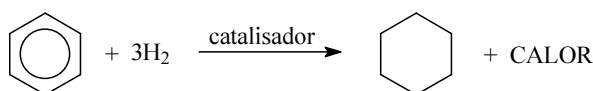
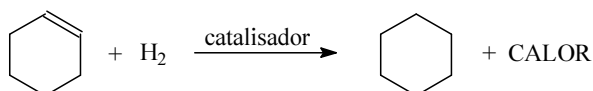
$Q_{\text{carga}}$  é a vazão volumétrica de carga em  $\text{m}^3/\text{h}$  a  $20^\circ\text{C}$  e  $V_{\text{cat}}$  é o volume do catalizador em  $\text{m}^3$ .

- 92 A vazão de vapor d'água é considerada uma variável do processo de coqueamento retardado (UCR), visto que uma maior injeção de vapor d'água no forno aumenta a vaporização de hidrocarbonetos, aumenta a turbulência nos tubos e reduz o tempo de residência, o que resulta em diminuição na tendência à formação de coque.

Nos últimos anos, tem crescido de maneira muito acentuada o número de solicitações de patentes que dizem respeito à indústria de gás natural, efeito que pode ser atribuído à descoberta de grandes reservas desse insumo, principalmente quando associado às rochas de xisto (gás de xisto). Em relação ao gás natural e seu principal componente, o metano, julgue os itens que se seguem.

- 93 O metano, principal constituinte do gás natural, não pode ser liquefeito por compressão à temperatura ambiente porque sua temperatura crítica é demasiadamente baixa. Por isso, o gás natural é utilizado, como combustível, principalmente na forma de gás natural comprimido.
- 94 Além de ser empregado como combustível industrial, doméstico e automotivo, o gás natural é importante insumo para a indústria petroquímica, em que é utilizado como fonte de metano para a produção de metanol e hidrogênio, sendo este largamente empregado na fabricação de amônia para a indústria de fertilizantes.
- 95 Em uma unidade de processamento de gás natural, o resfriamento do gás permite a recuperação de componentes mais pesados, que, à temperatura ambiente, dão origem a uma fração gasosa, denominada gás liquefeito de petróleo, e a uma fração líquida, denominada gasolina natural.
- 96 Na molécula de metano, o átomo de carbono utiliza seus oito elétrons de valência para formar quatro ligações químicas com os átomos de hidrogênio.

O hidrotreatamento (HDT) de frações derivadas do petróleo é realizado, em pressão e temperatura elevadas, na presença de um catalisador e de  $\text{H}_2(\text{g})$ , e visa eliminar impurezas indesejáveis presentes em derivados de petróleo, principalmente compostos que contêm enxofre. Normalmente, o catalisador provoca também a hidrogenação de insaturações presentes nas moléculas da mistura, inclusive, de compostos aromáticos. No esquema abaixo, são apresentadas as reações de hidrogenação do cicloexeno e do benzeno.



Considerando que as reações acima sejam realizadas em um reator em batelada, em condições em que a ordem de reação em relação ao  $\text{H}_2$  seja maior que zero, julgue os itens de 97 a 104.

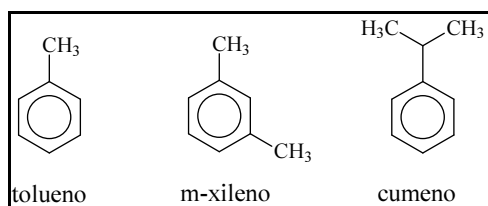
- 97 A utilização de combustíveis automotivos com elevado teor de compostos aromáticos não é benéfica do ponto de vista ambiental, haja vista esses compostos serem os principais responsáveis pelo efeito conhecido como chuva ácida.

- 98 As moléculas de benzeno, cicloexeno e cicloexano são exemplos de hidrocarbonetos cíclicos não ramificados, sendo os dois primeiros compostos insaturados e o terceiro, saturado.
- 99 O emprego de um catalisador permite aumentar a cinética das reações de hidrogenação do cicloexeno e do benzeno, além de aumentar o rendimento em cicloexano no equilíbrio.
- 100 O módulo da entalpia da reação de hidrogenação do benzeno é inferior a três vezes o módulo da entalpia da reação de hidrogenação do cicloexeno.
- 101 Quando realizadas a pressão constante, as reações de hidrogenação do cicloexeno e do benzeno liberam maior quantidade de calor do que quando realizadas a volume constante.
- 102 A hidrogenação completa de 780 g de benzeno resulta em 840 g de cicloexano.
- 103 A molécula de benzeno apresenta todos os átomos dispostos em um mesmo plano; a molécula de cicloexano, por sua vez, não possui essa característica.
- 104 Ao se empregar maiores pressões parciais de  $\text{H}_2$  nas reações de hidrogenação do cicloexeno e do benzeno, tem-se um aumento da cinética de reação e do rendimento em cicloexano no equilíbrio.

RASCUNHO

RASCUNHO

O termo nafta é empregado na indústria petrolífera para designar, genericamente, frações leves do petróleo. A depender da operação que as originaram, as naftas podem apresentar composições bastante distintas. Por exemplo, existem naftas com baixo teor de aromáticos e naftas predominantemente aromáticas. Pesquisadores patentearam um processo em que, por meio da extração líquido-líquido com solventes especiais, é propiciada uma melhora na efetividade de remoção de aromáticos a partir de naftas com elevado teor desses compostos. Na figura abaixo, são apresentadas as estruturas do tolueno, do m-xileno e do cumeno, alguns dos principais compostos aromáticos usualmente encontrados na nafta.



A respeito desse assunto e das moléculas apresentadas na figura, julgue os itens que se seguem.

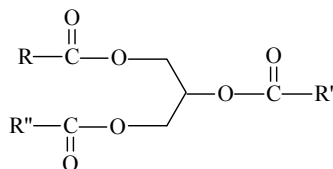
- 105** A separação dos compostos aromáticos contidos em uma fração de derivados do petróleo pode ser realizada por meio de destilação fracionada. Para que a separação ocorra de maneira eficiente, é necessário que os demais constituintes da mistura apresentem volatilidades suficientemente próximas às dos compostos aromáticos que se deseja separar.
- 106** Os compostos aromáticos leves recuperados a partir de naftas são largamente empregados na produção do etileno, matéria-prima para a produção do polietileno.
- 107** As naftas obtidas a partir da destilação direta do petróleo apresentam teor de aromáticos superior ao das naftas obtidas a partir de reforma catalítica.
- 108** A reforma catalítica de naftas obtidas a partir da destilação direta do petróleo promove reações de isomerização, desidrogenação, ciclização e aromatização, as quais permitem aumentar o número de octano da mistura.
- 109** As nomenclaturas oficiais do tolueno, do m-xileno e do cumeno são, respectivamente, metilbenzeno, 1,3-dimetilbenzeno e n-propilbenzeno.
- 110** Os solventes tradicionalmente empregados para a extração dos compostos aromáticos presentes na nafta são o hexano e o ciclohexano.
- 111** Em um processo de extração líquido-líquido de múltiplos estágios, quanto maior for a relação solvente/carga empregada, maior será a quantidade de estágios necessários para que se atinja determinado nível de separação.

Um inventor patenteou uma garrafa térmica de alta eficiência em que o princípio de funcionamento segue o modelo convencional: ela consiste de uma ampola com paredes duplas separadas entre si por um espaço sob vácuo, sendo a parede interna de material altamente refletor. O inventor construiu um protótipo da garrafa, com capacidade para 1.500 cm<sup>3</sup>, que foi parcialmente preenchido com água quente. Verificou-se que, em determinado momento, havia no interior da garrafa 1.000 mL de água a 80 °C em equilíbrio com vapor de água e que, após determinado período, a temperatura da água contida na garrafa havia baixado para 78 °C.

Com relação a essa situação hipotética e considerando que

- na faixa de 78 °C a 80 °C, a capacidade calorífica e a densidade da água líquida sejam constantes e iguais a 4,20 J.K<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup> e 0,972 g/mL, respectivamente;
  - a pressão de vapor da água, a 80 °C, seja igual a 0,467 atm;
  - a constante universal dos gases seja igual a 0,082atm.L.mol<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>, julgue os itens que se seguem.
- 112 Se a água quente for colocada em contato com a parede interna da garrafa térmica — que se encontre, inicialmente, a 25 °C —, ocorrerá transferência de calor da água para a parede por condução; a taxa de transferência de calor diminuirá gradualmente à medida que a temperatura da parede se aproximar da temperatura da água.
- 113 Considerando-se que o vapor de água contido na garrafa tenha apresentado comportamento de gás ideal e que todo esse vapor tenha sido formado a partir da água líquida inicialmente colocada na garrafa, é correto afirmar que, inicialmente, a garrafa foi preenchida com mais de 973 g de água.
- 114 Quando a temperatura da água atingiu 78 °C, a pressão do vapor de água dentro da garrafa tornou-se inferior a 0,467 atm.
- 115 A quantidade de calor liberada no resfriamento de 80 °C a 78 °C de 1.000 mL de água líquida é superior a 10 kJ.

Em um pedido de registro de patente referente a um catalisador ácido heterogêneo para a reação de transesterificação de óleos e gorduras vegetais visando à produção de biodiesel, os autores informam que o catalisador proposto aumenta em 24.000 vezes a constante de velocidade da reação. No pedido, os autores representam as moléculas de triglicerídeos, principais componentes de óleos e gorduras vegetais, ilustradas na figura abaixo, em que R, R' e R'' correspondem a longas cadeias hidrocarbônicas que podem conter ou não duplas ligações. Um exemplo típico de molécula de triglicerídeo consiste no 1-estearoil-2-oleil-3-linoleilglicerol, em que R, R' e R'' correspondem a cadeias com 17 átomos de carbono que contêm, respectivamente, nenhuma insaturação, uma ligação dupla e duas ligações duplas.



A partir da situação hipotética apresentada, julgue os itens de 116 a 120, considerando que o emprego do catalisador não modifica o fator pré-exponencial da equação de Arrhenius, que a constante universal dos gases seja igual a 8 J.mol<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup> e que 10 seja o valor para ln 24.000.

- 116 Atualmente, a rota mais empregada na indústria para a produção de biodiesel é a catálise básica; a grande vantagem dessa metodologia é que ela dispensa o pré-tratamento dos óleos e gorduras vegetais brutos, o que é economicamente desejável.

- 117 Considere que, ao final da reação de esterificação para produção de biodiesel por meio do novo catalisador a que se refere o texto, seja obtida uma mistura do biodiesel, de glicerol e do excesso de metanol empregado, além do catalisador sólido. Nessa situação, o biodiesel pode ser separado dos demais componentes da mistura por meio de decantação.

118 A fórmula molecular do 1-estearoil-2-oleil-3-linoleilglicerol é C<sub>57</sub>H<sub>104</sub>O<sub>6</sub>.

119 As moléculas de triglicerídeos são ésteres de ácidos carboxílicos.

- 120 A partir das informações apresentadas, é possível concluir que o emprego do catalisador ocasiona redução de 10 kJ/mol no valor da energia de ativação da reação em questão.

RASCUNHO

## PROVA DISCURSIVA

- Nesta prova, faça o que se pede, usando o espaço para rascunho indicado no presente caderno. Em seguida, transcreva o texto para a **FOLHA DE TEXTO DEFINITIVO DA PROVA DISCURSIVA**, no local apropriado, pois **não será avaliado fragmento de texto escrito em local indevido**.
- Qualquer fragmento de texto além da extensão máxima de linhas disponibilizadas será desconsiderado.
- Na **folha de texto definitivo**, identifique-se apenas no cabeçalho da primeira página, pois **não será avaliado** texto que tenha qualquer assinatura ou marca identificadora fora do local apropriado.
- Nesta prova, ao domínio do conteúdo serão atribuídos até **40,00 pontos**, dos quais até **2,00 pontos** serão atribuídos ao quesito apresentação (legibilidade, respeito às margens e indicação de parágrafos) e estrutura textual (organização das ideias em texto estruturado).

O ano de 2014 pode ser o mais quente desde o início dos registros de temperatura no mundo, em 1880. O alerta veio da Administração Nacional de Oceanos e Atmosfera dos Estados Unidos da América, após a divulgação de que os meses de maio, junho, agosto e setembro bateram recordes de calor. Desde o início das medições, 2005 e 2010 foram os anos mais quentes da história. O pequeno intervalo entre os anos é um exemplo do efeito crescente das mudanças climáticas. Os dez anos mais quentes já registrados ocorreram nos últimos quinze anos e esta é a primeira vez em que o mês de setembro apresenta temperaturas tão altas sem a forte presença do fenômeno El Niño, que, no entanto, ainda pode manifestar-se este ano.

O Globo, 22/10/2014, p. 30 (com adaptações).

Considerando que o fragmento de texto acima tem caráter meramente motivador, redija um texto dissertativo acerca do seguinte tema.

### **MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O DESAFIO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Ao elaborar seu texto, aborde, necessariamente, os seguintes aspectos:

- ▶ fatores determinantes para a elevação da temperatura; [valor: 12,50 pontos]
- ▶ impacto das alterações do clima na vida das sociedades; [valor: 12,50 pontos]
- ▶ sustentabilidade como pressuposto para o desenvolvimento. [valor: 13,00 pontos]

**RASCUNHO**

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

### CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

	<b>1</b>																<b>18</b>	
<b>1</b>	1 <b>H</b> 1,0																2 <b>He</b> 4,0	
<b>2</b>	3 <b>Li</b> 6,9	4 <b>Be</b> 9,0											5 <b>B</b> 10,8	6 <b>C</b> 12,0	7 <b>N</b> 14,0	8 <b>O</b> 16,0	9 <b>F</b> 19,0	10 <b>Ne</b> 20,2
<b>3</b>	11 <b>Na</b> 23,0	12 <b>Mg</b> 24,3	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	13 <b>Al</b> 27,0	14 <b>Si</b> 28,1	15 <b>P</b> 31,0	16 <b>S</b> 32,1	17 <b>Cl</b> 35,5	18 <b>Ar</b> 39,9
<b>4</b>	19 <b>K</b> 39,1	20 <b>Ca</b> 40,1	21 <b>Sc</b> 45,0	22 <b>Ti</b> 47,9	23 <b>V</b> 50,9	24 <b>Cr</b> 52,0	25 <b>Mn</b> 54,9	26 <b>Fe</b> 55,8	27 <b>Co</b> 58,9	28 <b>Ni</b> 58,7	29 <b>Cu</b> 63,5	30 <b>Zn</b> 65,4	31 <b>Ga</b> 69,7	32 <b>Ge</b> 72,6	33 <b>As</b> 74,9	34 <b>Se</b> 79,0	35 <b>Br</b> 79,9	36 <b>Kr</b> 83,8
<b>5</b>	37 <b>Rb</b> 85,5	38 <b>Sr</b> 87,6	39 <b>Y</b> 88,9	40 <b>Zr</b> 91,2	41 <b>Nb</b> 92,9	42 <b>Mo</b> 95,9	43 <b>Tc</b> (98)	44 <b>Ru</b> 101,1	45 <b>Rh</b> 102,9	46 <b>Pd</b> 106,4	47 <b>Ag</b> 107,9	48 <b>Cd</b> 112,4	49 <b>In</b> 114,8	50 <b>Sn</b> 118,7	51 <b>Sb</b> 121,8	52 <b>Te</b> 127,6	53 <b>I</b> 127,0	54 <b>Xe</b> 131,3
<b>6</b>	55 <b>Cs</b> 132,9	56 <b>Ba</b> 137,3	57-71 <b>La-Lu</b> *	72 <b>Hf</b> 178,5	73 <b>Ta</b> 181,0	74 <b>W</b> 183,9	75 <b>Re</b> 186,2	76 <b>Os</b> 190,2	77 <b>Ir</b> 192,2	78 <b>Pt</b> 195,1	79 <b>Au</b> 197,0	80 <b>Hg</b> 200,6	81 <b>Tl</b> 204,4	82 <b>Pb</b> 207,2	83 <b>Bi</b> 209,0	84 <b>Po</b> (209)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)
<b>7</b>	87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> (226)	89-103 <b>Ac-Lr</b> **	104 <b>Rf</b> (261)	105 <b>Db</b> (262)	106 <b>Sg</b> (266)	107 <b>Bh</b> (264)	108 <b>Hs</b> (277)	109 <b>Mt</b> (268)	110 <b>Ds</b> (281)	111 <b>Rg</b> (272)	112 <b>Uub</b> (285)	113 <b>Uut</b> (284)	114 <b>Uuq</b> (289)	115 <b>Uup</b> (288)			

\* série dos lantanídeos

57 <b>La</b> 138,9	58 <b>Ce</b> 140,1	59 <b>Pr</b> 140,9	60 <b>Nd</b> 144,2	61 <b>Pm</b> (145)	62 <b>Sm</b> 150,4	63 <b>Eu</b> 152,0	64 <b>Gd</b> 157,3	65 <b>Tb</b> 158,9	66 <b>Dy</b> 162,5	67 <b>Ho</b> 164,9	68 <b>Er</b> 167,3	69 <b>Tm</b> 168,9	70 <b>Yb</b> 173,0	71 <b>Lu</b> 175,0
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

\*\* série dos actinídeos

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

Observação: Massas atômicas com valores arredondados

Tabela de valores das funções seno e cosseno

$\theta$	sen $\theta$	cos $\theta$
$\frac{\pi}{6}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$
$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$