

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 H₂S.
- 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 O₂ 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 H₂.
- 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 H₂ e CO₂.
- 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 H₂ 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

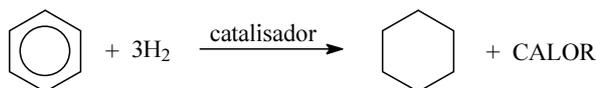
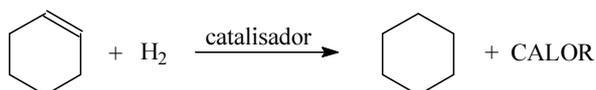
Q_{carga} é a vazão volumétrica de carga em m^3/h a 20°C e V_{cat} é o volume do catalizador em m^3 .

- 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 H_2 seja maior que zero, julgue os itens de 97 a 104.

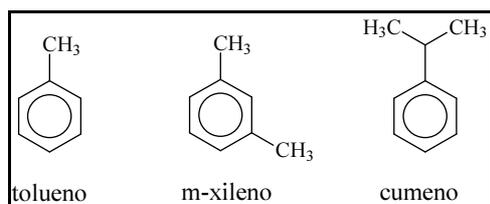
- 97 A utilização de combustíveis automotivos com elevado teor de compostos aromáticos não é benéfica do ponto de vista ambiental, haja vista esses compostos serem os principais responsáveis pelo efeito conhecido como chuva ácida.

- 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 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.

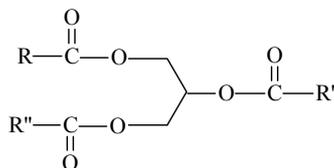
- 105** A separação dos compostos aromáticos contidos em uma fração de derivados do petróleo pode ser realizada por meio de destilação fracionada. Para que a separação ocorra de maneira eficiente, é necessário que os demais constituintes da mistura apresentem volatilidades suficientemente próximas às 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 cm³, 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⁻¹.g⁻¹ 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⁻¹.K⁻¹, 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⁻¹.K⁻¹ 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 C₅₇H₁₀₄O₆.

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

	1																18	
1	1 H 1,0																2 He 4,0	
2	3 Li 6,9	4 Be 9,0											5 B 10,8	6 C 12,0	7 N 14,0	8 O 16,0	9 F 19,0	10 Ne 20,2
3	11 Na 23,0	12 Mg 24,3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 27,0	14 Si 28,1	15 P 31,0	16 S 32,1	17 Cl 35,5	18 Ar 39,9
4	19 K 39,1	20 Ca 40,1	21 Sc 45,0	22 Ti 47,9	23 V 50,9	24 Cr 52,0	25 Mn 54,9	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
5	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
6	55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57-71 La-Lu *	72 Hf 178,5	73 Ta 181,0	74 W 183,9	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)
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89-103 Ac-Lr **	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (281)	111 Rg (272)	112 Uub (285)	113 Uut (284)	114 Uuq (289)	115 Uup (288)			

* 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 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

** 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)
--------------------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

Observação: Massas atômicas com valores arredondados

Tabela de valores das funções seno e cosseno

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