

XVIII OQDF

2019

Olímpiada de Química do Distrito Federal e entorno

Leia com atenção as instruções abaixo:

- Ao receber este caderno, confira atentamente se ele se refere à modalidade para a qual se inscreveu.
- Este caderno é constituído de 15 (quinze) questões objetivas e 5 (cinco) discursivas, totalizando 20 (vinte) questões.
- Caso o caderno esteja incompleto ou tenha qualquer defeito, informe ao fiscal de sala mais próximo para que sejam tomadas as providências cabíveis.
- Nas questões objetivas, marque na folha de respostas a alternativa que julgar correta. Recomenda-se não marcar ao acaso, mesmo não havendo penalidade por erros.
- A folha de resposta é o único documento válido para a correção da prova do candidato.
- Todos os cálculos e resposta deverão estar à caneta (azul ou preta), respostas a lápis não serão corrigidas.
- Não se comunique com outros candidatos, nem se levante sem autorização do fiscal da sala.
- Não é permitido o uso de equipamentos eletrônicos de qualquer espécie, salvo calculadora não científica.
- A duração de prova é de 4 (quatro) horas, já incluso o tempo destinado ao preenchimento da folha de respostas.
- O tempo mínimo de permanência em sala após entrega dos cadernos de prova é de 30 (trinta) minutos.
- O tempo mínimo para o candidato sair de sala com o caderno de prova é de 3 (três) horas.
- A desobediência a qualquer uma das instruções presentes poderá implicar na anulação da prova do candidato.

MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO



PROGRAMA NACIONAL
OLIMPIADAS DE QUÍMICA

PARTE 1

Questões Objetivas

Questão 1.

A única molécula, dentre as cinco indicadas abaixo, que não apresenta estruturas em ressonância é:

- a) O_3
- b) C_6H_6
- c) NO_2
- d) BF_3
- e) CH_2O_2

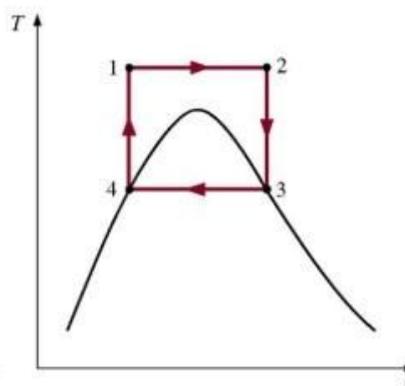
Questão 2.

Para farinhas, em geral, a proporção entre proteínas e átomos de nitrogênio presente na amostra é de 5,70. Uma amostra de 1,20 g de farinha de trigo integral foi analisada pelo método de **Kjeldahl**. A amônia formada foi destilada em 100,00 mL de HCl a 0,075 M. A titulação de retorno exigiu 10,00 mL de NaOH a 0,06 M. Considere, para os cálculos, que a normalidade (N) é igual a molaridade (M) Marque a alternativa com a porcentagem aproximada de proteína na farinha.

- a) 8,05 %
- b) 9,66 %
- c) 45,89 %
- d) 57,50 %
- e) 96,60 %

Questão 3.

A figura a seguir ilustra um diagrama de temperatura por entropia de um Ciclo de Carnot.



Os caminhos percorridos pelo sistema estão corretamente relacionados em:

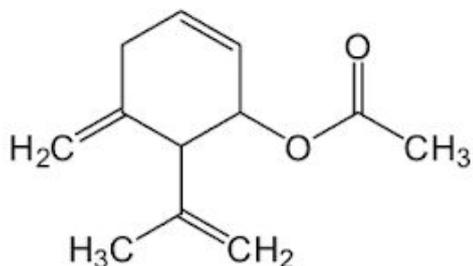
- a) 1-2: expansão isotérmica irreversível;
2-3: expansão adiabática irreversível;
3-4: compressão isotérmica irreversível;
4-1: compressão adiabática irreversível.
- b) 1-2: Compressão isotérmica irreversível;
2-3: compressão adiabática irreversível;
3-4: expansão isotérmica irreversível;
4-1: expansão adiabática irreversível.
- c) 1-2: Expansão isotérmica reversível;
2-3: expansão adiabática reversível;
3-4: compressão isotérmica reversível;
4-1: compressão adiabática reversível.

- d)** 1-2: Compressão isotérmica reversível;
2-3: compressão adiabática reversível;
3-4: expansão isotérmica reversível;
4-1: expansão adiabática reversível.

- e)** 1-2: Expansão isotérmica irreversível;
2-3: expansão adiabática reversível;
3-4: compressão isotérmica irreversível;
4-1: compressão adiabática reversível.

Questão 4.

O acetato de carquejilo é a principal molécula presente no chá de Carqueja (*Baccharis trimera* Less) e possui a seguinte estrutura química:



Analisando a estrutura apresentada, assinale a alternativa correta:

- a)** as funções orgânicas presentes são: éter e cetona;
b) a nomenclatura IUPAC correta é Etanoato de 5-metilideno 6-(1-metiletenil) ciclo-hex-2-en1-ila;
c) a molécula não possui carbono quiral;

- d)** apesar da molécula possuir uma parte polar, ela não é solúvel em água;

- e)** a molécula não é considerada anfifílica.

Questão 5.

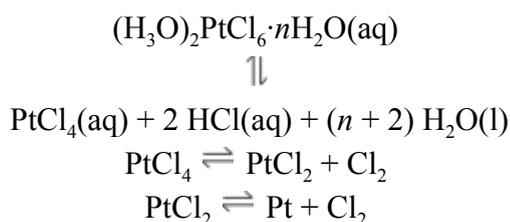
Considere que você tenha um poço, destinado ao armazenamento de água, e que, no ano passado, o nível de cálcio era de 193 ppm. Qual seria a concentração de cálcio expressa em molaridade?

- a)** 5,3 mM
b) 6,5 mM
c) 3,5 mM
d) 4,8 mM
e) 2,8 mM

RASCUNHO

Questão 6.

A platina é um metal nobre, isto é, resistente à corrosão e à oxidação. Um de seus compostos mais importantes é o ácido hexacloroplatínico (IV), que por sucessivas decomposições permite obter a platina pura, usada em conversores catalíticos de automóveis. As reações são as seguintes:



Marque a alternativa correta.

- a) A presença de ácido sulfúrico favorece a formação da platina.
- b) As geometrias moleculares dos compostos de platina PtCl_4 e PtCl_2 são tetraédrica e linear, respectivamente.
- c) A platina é um metal diamagnético por ter todos os elétrons emparelhados na camada mais externa.
- d) O HCl em sua forma pura é um gás inflamável e de odor irritante usado para limpar, tratar e galvanizar metais.
- e) O ácido hexacloroplatínico (IV) puro é um sólido iônico marrom-avermelhado, sendo, portanto, quebradiço e fraco condutor de calor.

Questão 7.

A presença de catalisadores é imprescindível em muitas situações, sendo extremamente necessária para a ocorrência de reações importantes em tempo hábil. O Laboratório Nacional de Luz Síncrotron - única fonte dessa radiação na América Latina - em Campinas possui um programa interno no qual essa radiação é utilizada para investigar propriedades eletrônicas e estruturais de catalisadores em tempo real e em condições próximas daquelas que acontecem nas reações químicas. A respeito da catálise, avalie os itens a seguir e marque o mais **CORRETO**.

- a) O catalisador diminui o tempo de reação pois interfere diretamente na constante de velocidade da reação.
- b) Como está presente no meio reacional, o catalisador interage diretamente com os reagentes, podendo, assim, também ser considerado reagente na reação química.
- c) Na catálise heterogênea, o sistema apresenta mais de uma fase. Dessa forma, a catálise ocorre geralmente com adsorção prévia do solvente na superfície do metal catalisador.
- d) Catalisadores não podem ser utilizados após o seu uso, pois sofrem modificações durante a catálise, perdendo suas estruturas e funções.
- e) A catálise só é relevante e presente em reações que ocorrem em seres vivos, pois é imprescindível que haja rápida manutenção do organismo.

Questão 8.

A transferência de volumes entre recipientes, com uma alta precisão, é feita através de um determinado instrumento. Esse instrumento apresenta uma faixa de operação de 0,001 mL a 1 mL, logo, ele é conhecido como:

- a) pipeta volumétrica.
- b) nanopipeta.
- c) pipeta de Pasteur.
- d) milipipeta.
- e) micropipeta.

Questão 9.

Em relação aos princípios fundamentais da Termodinâmica e assuntos correlatos, julgue os itens que se seguem.

I. A variação de energia interna não é igual à energia transferida na forma de calor quando o volume não for constante.

II. A capacidade calorífica molar de uma substância depende do tamanho da amostra e, portanto, caracteriza uma grandeza extensiva.

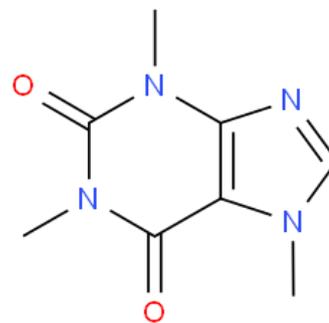
III. Moléculas não-lineares apresentam, à mesma temperatura, maior energia interna do que moléculas lineares, visto que aquelas possuem mais graus de liberdade no modo translacional.

IV. Uma reação química cujo processo é endotérmico e apresenta variação entrópica positiva poderá tornar-se espontânea com a diminuição da temperatura.

- a) Todas corretas
- b) I, III e IV
- c) II e IV
- d) Apenas IV
- e) I e III

Questão 10.

Um dos alcaloides mais conhecidos, consumidos na atualidade, é a cafeína, conhecida por seus efeitos no sistema nervoso. Sua estrutura química é:



Marque a única alternativa correta:

- a) A molécula de cafeína contém somente dois grupos funcionais, amina e amida, sendo dita molécula de função mista. É uma molécula polar, com carbonos sp e sp². Pode ser uma espécie doadora de elétrons, ou seja, uma base, pela teoria de Brønsted-Lowry.

b) A cafeína possui somente as funções orgânicas amida e amina terciária. É molécula polar e solúvel em água. Pode ser uma espécie receptora de elétrons, ou seja, um ácido pela teoria de Brønsted-Lowry.

c) Uma dose de 300 mg de cafeína é considerada alta. Um comprimido com 1:5 de massa de cafeína deve conter aproximadamente 12 mmol de cafeína, o que caracterizaria uma dose alta. A massa do comprimido deve ser 1,2 g.

d) A fórmula molecular da cafeína é $C_8H_{10}N_4$, logo a fórmula mínima é $C_4H_5N_2$. As funções orgânicas presentes são amina, amida e imina, logo, a molécula é dita ter função mista. A nomenclatura IUPAC seria 3,7-trimetil-3,7-dihidro-1H-purina-2,6-ona.

e) A cafeína possui fórmula molecular $C_8H_{10}N_4$. É molécula polar e de função orgânica mista composta pelos grupos funcionais imina, amida e amina. Pode atuar como base, perdendo elétrons para o reagente ácido.

Questão 11.

Osiose é a difusão de um fluido através de uma membrana semipermeável. Quando esta membrana separa uma solução de um solvente, apenas moléculas de solvente são capazes de passar através da membrana. Já a pressão

osmótica de uma solução é a diferença de pressão necessária para interromper o fluxo de solvente através de uma membrana semipermeável.

Pressão Osmótica. Disponível em:

[https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Supplemental_Modules_\(Physical_and_Theoretical_Chemistry\)/Physical_Properties_of_Matter/Solutions_and_Mixtures/Colligative_Properties/Osmotic_Pressure](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Supplemental_Modules_(Physical_and_Theoretical_Chemistry)/Physical_Properties_of_Matter/Solutions_and_Mixtures/Colligative_Properties/Osmotic_Pressure). Acessado em 17 jan. 2019.

Deseja-se prever qual será a relação entre as pressões osmóticas de quatro soluções, a diferentes concentrações, quando separadas.

Solução I – HF – $0,01 \text{ mol L}^{-1}$

Solução II – HBr – $0,01 \text{ mol L}^{-1}$

Solução III – $C_6H_{12}O_6$ – $0,01 \text{ mol L}^{-1}$

Solução IV – HBr – $0,05 \text{ mol L}^{-1}$

Baseando-se nas informações acima enunciadas, assinale a opção que representa a relação correta entre as pressões osmóticas (π):

a) $\pi_{IV} < \pi_{II} < \pi_I < \pi_{III}$

b) $\pi_I = \pi_{II} = \pi_{III} < \pi_{IV}$

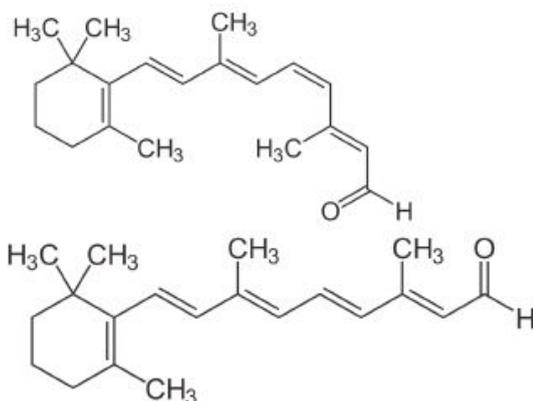
c) $\pi_{IV} < \pi_{II} < \pi_{III} < \pi_I$

d) $\pi_{IV} < \pi_I = \pi_{II} = \pi_{III}$

e) $\pi_{III} < \pi_I < \pi_{II} < \pi_{IV}$

Questão 12.

O fenômeno de isomeria pode estar diretamente relacionado à atividade biológica. No processo de visão que envolve a molécula retinal há dois isômeros abaixo representados:



Usando seus conhecimentos químicos, marque a alternativa correta:

- a) A isomeria envolvida na molécula é estereoisomeria que pode ser classificada em geométrica e óptica. Neste caso ocorreria isomeria óptica.
- b) Os isômeros apresentados possuem a mesma temperatura de fusão e ebulição.
- c) Os isômeros apresentados possuem a mesma densidade, mas diferentes temperaturas de ebulição e fusão.
- d) O isômero representado na figura anterior, no alto, é o cis e o representado embaixo, o trans. A isomeria está na ligação dupla localizada entre o carbono 11 e 12.

e) Os compostos representados são ácidos carboxílicos que possuem isomeria geométrica caracterizados por semelhanças em propriedades físicas.

Questão 13.

A constante de equilíbrio de um sistema aquoso é dada por:

$$K_c = \frac{[H^+]^2 [CrO_4^{2-}]^2}{[Cr_2O_7^{2-}]}$$

Assinale a alternativa na qual a equação química, em questão, apresenta a constante de equilíbrio acima indicada:

- a) $2[CrO_4^{2-}](aq) + 2 H^+(aq) \rightleftharpoons [Cr_2O_7^{2-}](aq)$.
- b) $[Cr_2O_7^{2-}](aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons [CrO_4^{2-}](aq) + 2 H^+(aq)$.
- c) $[Cr_2O_7^{2-}](aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons 2[CrO_4^{2-}](aq) + 2 H^+(aq)$.
- d) $2[CrO_4^{2-}](aq) + 2 H^+(aq) \rightleftharpoons [Cr_2O_7^{2-}](aq) + H_2O(l)$.
- e) n.d.a.

Questão 14

Com base em seu potencial padrão de redução (-1,66 V), era de se esperar que o alumínio fosse um dos metais mais reativos da tabela periódica, mas essa suposição não se concretiza. Esse fenômeno se deve:

- a) à cobertura de todos os produtos feitos de alumínio metálico com substâncias impermeabilizantes;
- b) ao uso de finas camadas de metal de sacrifício, como o zinco, que protegem o alumínio da oxidação;
- c) à formação de uma fina camada de óxido de alumínio na superfície, a qual protege o restante do metal;
- d) à determinação incorreta do potencial padrão de redução do alumínio;
- e) aos cuidados que as pessoas tomam ao utilizar objetos de alumínio.

Questão 15.

Considere as seguintes situações:

I) para cozinhar macarrão, Maria acrescenta água e sal em uma panela e, em seguida, a leva para o fogão. Logo após o começo da fervura da água, ela acrescenta o macarrão e espera o tempo de cozimento;

II) João é dono de um bar e, para diminuir o cheiro de urina, acrescenta gelo aos mictórios. Avalie as seguintes afirmativas e marque a mais correta.

a) Maria está correta, pois somente dessa forma o macarrão não ficará insosso. João está correto, pois a temperatura baixa do gelo faz com que os componentes da urina tenham sua volatilidade diminuída.

b) Maria está correta, pois, assim, a água faz com que o macarrão cozinhe mais rápido e este não fica insosso. João está errado, visto que não haverá diferença perceptível no mau odor e, portanto, só haverá desperdício de água.

c) Maria está errada, pois, devido à presença de sal, haverá aumento da temperatura de ebulição, acarretando aumento do tempo necessário para a fervura. João está errado, visto que não haverá diferença perceptível no mau odor e, portanto, só haverá desperdício de água.

d) Maria está errada, pois devido à presença de sal, haverá aumento da temperatura de ebulição, acarretando aumento do tempo necessário para a fervura. João está correto, pois a temperatura baixa do gelo faz com que os componentes da urina tenham sua volatilidade diminuída.

e) Maria está errada, pois devido ao aumento de temperatura, o macarrão ficará muito salgado. João está correto, pois a temperatura baixa do gelo faz com que os componentes da urina tenham sua volatilidade diminuída.

PARTE 2

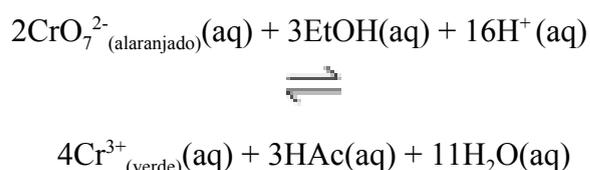
Questões Subjetivas

Questão 1.

Reações com oxigênio são denominadas genericamente como reações de oxidação, pois nelas ocorrem um aumento no número de oxidação (NOx) do carbono ligado ao grupo funcional. O processo de combustão é a mais completa das oxidações, que é utilizada para diversos processos, entre eles a queima de álcool. Além disso, oxidações em alcoóis ocorrem de maneira diferente de acordo com seu comportamento primário, secundário ou terciário. A respeito desse tema, responda aos quesitos abaixo especificados.

- a)** Escreva a equação química balanceada para a combustão do etanol, especifique se esse processo é exotérmico ou endotérmico e justifique.
- b)** A produção de vinagre (ácido etanóico) pode ser obtida através da oxidação total do vinho (etanol). Represente a fórmula estrutural dos produtos principais das etapas de oxidação e identifique o NOx de cada átomo central.

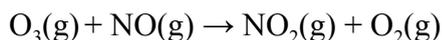
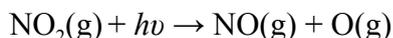
c) O teste do bafômetro é baseado na mudança de cor, de alaranjado para verde. Ocorre após consumo de certa quantidade de álcool, devido à oxidação do etanol com o dicromato de potássio em meio ácido. Identifique a oxiredução da equação abaixo, com o estabelecimento de seus NOxs.



Questão 2.

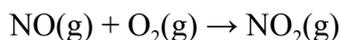
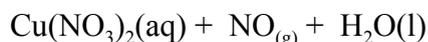
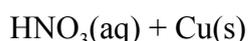
Os biocombustíveis são considerados combustíveis limpos por terem balanço de carbono igual a zero, isto é, a quantidade desse gás fixada no processo de formação da planta retorna para a atmosfera quando o combustível é queimado. No entanto, a quantidade de fertilizante usada nas culturas vegetais aumenta a quantidade de nitrogênio ativo no solo e na atmosfera, principalmente sob a forma de NO₂.

- a)** Como o NO₂ pode afetar a vida marinha?
- b)** Sabendo-se que o ozônio troposférico é formado e degradado pelas reações seguintes, explique a influência do NO e do NO₂ na concentração do ozônio.



c) Qual é o papel do ozônio na troposfera e na estratosfera?

d) O NO_2 pode ser preparado em laboratório por meio das seguintes reações não balanceadas:



Balanceie as equações e calcule a pressão exercida por esse gás, considerado ideal, que pode ser preparado usando-se ácido nítrico em excesso sobre uma fina película quadrada de cobre de 0,50 mm e 1,50 cm de lado, com densidade $8,92 \text{ g cm}^{-3}$, em uma câmara de 1,00 L de capacidade, a temperatura ambiente.

Questão 3.

A borracha, também conhecida como elastômero, é um polímero empregado como matéria prima para fabricação de diversos produtos industriais. Usando seus conhecimentos sobre polímeros responda aos itens abaixo:

a) Defina conceitualmente monômero, oligômero e polímero. Apresente dois exemplos de polímeros, bem como seus respectivos monômeros.

b) Quais são as etapas de polimerização? Defina polímero de adição.

c) Considere a estrutura de uma borracha tradicional e de uma que passou pelo processo de vulcanização. Explique a razão de suas propriedades serem tão distintas. Dica: lembre-se das interações intra e intermoleculares e de sua estrutura tridimensional.

d) A borracha é um termoplástico? Justifique. Defina, também, o que é um polímero termofixo e as diferenciações entre esses.

Questão 4.

A eletroquímica lida com sistemas com uma diferença de potencial elétrico entre duas ou mais fases e pode ser usada para determinar propriedades termodinâmicas de reações que talvez sejam inacessíveis por outros métodos. Tendo em vista os assuntos estudados por essa área, responda aos itens:

a) Explique porque se utiliza a ponte salina na construção de uma pilha galvânica.

b) Explique a diferença entre uma pilha galvânica e uma cela eletrolítica.

c) Indique os sinais possíveis da força eletromotriz para uma reação e suas respectivas mudanças na espontaneidade.

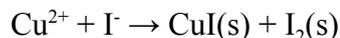
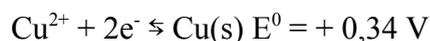
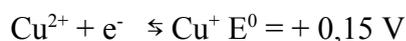
d) A equação de Nernst leva em conta outro termo além da força eletromotriz padrão (*fem*). Explique a importância deste na determinação da *fem*.

Questão 5.

O cobre, um dos metais que melhor conduz eletricidade, é extremamente importante na sociedade moderna devido ao seu uso em componentes eletroeletrônicos. Uma das formas mais comuns de se determinar cobre em laboratório é por iodometria.

a) A reação global envolvida na titulação de uma solução aquosa de cobre (II) com iodeto está representada abaixo. Balanceie essa equação e determine sua diferença de potencial nas condições padrão.

Dados:



b) Devido à baixa solubilidade do iodeto de cobre, CuI, essa reação dificilmente ocorrerá nas condições padrão.

Considere que $[\text{Cu}^{+}] = [\text{I}^{-}]$ são regidos pelo K_{ps} do CuI ($5,1 \times 10^{-12}$) e que as demais espécies se encontram nas condições padrão. Qual será, então, a diferença de potencial esperada para a reação a 25°C ?

c) Essa reação, de fato, ocorre até que praticamente todo o cobre (II) seja consumido. Como explicá-la se ambas as diferenças de potenciais calculadas anteriormente foram negativas?

Tabela Periódica dos Elementos

1 1A																	18 O
1 H 1,0	2 2A											13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	2 He 4
3 Li 6,9	4 Be 9											5 B 10,8	6 C 12	7 N 14	8 O 16	9 F 19	10 Ne 20,2
11 Na 23	12 Mg 24,3	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 7B	9 7B	10 7B	11 1B	12 2B	13 Al 27	14 Si 28,1	15 P 31	16 S 32,1	17 Cl 35,5	18 Ar 39,9
19 K 39,1	20 Ca 40,1	21 Sc 45	22 Ti 47,9	23 V 50,9	24 Cr 52	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	35 Br 79,9	36 Kr 83,8
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 97	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 126,9	54 Xe 131,3
55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57 La 138,9	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,8	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,1	78 Pt 195,1	79 Au 197	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209	84 Po 209	85 At 210	86 Rn 222
87 Fr 223	88 Ra 226	89 Ac 227															

58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm 145	62 Sm 150,4	63 Eu 152	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	71 Lu 175
90 Th 232	91 Pa 231	92 U 238	93 Np 237	94 Pu 242	95 Am 247	96 Cm 247	97 Bk 247	98 Cf 251	99 Es 252	100 Fm 257	101 Md 258	102 No 259	103 Lr 260