

# Átomo de Polieletrônico.

Gabriel Braun

Colégio e Curso Pensi, Coordenação de Química



## Nível I

### PROBLEMA 1.1

1B03

**Assinale** a alternativa com o número máximo de elétrons com número quântico secundário  $l$  no átomo de hidrogênio.

- A**  $2l + 1$       **B**  $4l + 2$       **C**  $2l + 2$   
**D**  $2l$       **E**  $4l + 1$

### PROBLEMA 1.2

1B19

**Assinale** a alternativa com o número máximo de elétrons com número quântico principal  $n$  no átomo de hidrogênio.

- A**  $2n + 1$       **B**  $4n + 2$       **C**  $n^2$   
**D**  $2n^2$       **E**  $3n^2$

### PROBLEMA 1.3

1B04

**Assinale** a alternativa com o orbital que pode existir no átomo de hidrogênio.

- A**  $2d$       **B**  $2f$       **C**  $3f$       **D**  $4g$       **E**  $8f$

### PROBLEMA 1.4

1B05

**Assinale** a alternativa com o orbital que não pode existir no átomo de hidrogênio.

- A**  $1p$       **B**  $5f$       **C**  $5g$       **D**  $6g$       **E**  $9h$

### PROBLEMA 1.5

1B06

**Assinale** a alternativa com o conjunto de números quânticos ( $n, l, m_l, m_s$ ) que pode representar um orbital atômico.

- A**  $(2, 2, +1, +1/2)$       **B**  $(4, 2, -3, -1/2)$   
**C**  $(4, 4, +2, -1/2)$       **D**  $(5, 0, 0, +1)$   
**E**  $(6, 4, +3, +1/2)$

### PROBLEMA 1.6

1B07

**Assinale** a alternativa com o conjunto de números quânticos ( $n, l, m_l, m_s$ ) que pode representar um orbital atômico.

- A**  $(1, 1, 0, +1/2)$       **B**  $(5, 3, -3, -1/2)$   
**C**  $(5, 4, -4, -1/2)$       **D**  $(5, 5, +4, -1/2)$   
**E**  $(6, 4, +5, +1/2)$

### PROBLEMA 1.7

1B08

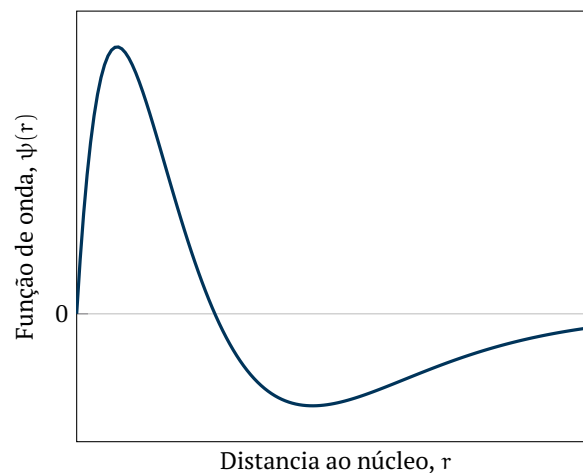
**Assinale** a alternativa com a representação correta dos números de  $spin$   $m_s = 1/2$  e  $m_s = -1/2$ .

- A** Rotação do elétron em sentido horário e anti-horário, respectivamente.  
**B** Rotação do elétron em sentido anti-horário e horário, respectivamente.  
**C** Sentido do vetor momento magnético para cima e para baixo, respectivamente.  
**D** Sentido do vetor momento magnético para baixo e para cima, respectivamente.  
**E** Não existem análogos clássicos para os números quânticos de  $spin$ .

### PROBLEMA 1.8

1B10

O gráfico abaixo, mostra a função de onda de um orbital do átomo de hidrogênio.



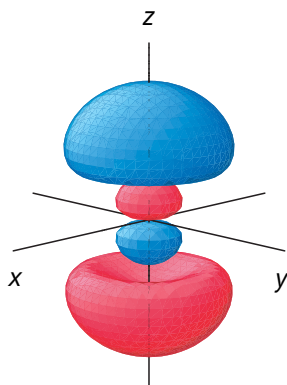
**Assinale** a alternativa com a identidade desse orbital.

- A**  $1s$       **B**  $2p$       **C**  $3s$       **D**  $3p$       **E**  $4s$

**PROBLEMA 1.9**

1B09

Considere a isosuperfície de um orbital do hidrogênio.



Assinale a alternativa com a identidade desse orbital.

- A**  $2p_z$     **B**  $3p_z$     **C**  $3d_{z^2}$     **D**  $4p_z$     **E**  $4d_{z^2}$

**PROBLEMA 1.10**

1B11

1. A carga nuclear efetiva independe do número de elétrons presentes em um átomo.
2. Os elétrons de um orbital  $s$  blindam mais efetivamente da carga do núcleo que os elétrons de outros orbitais devido à maior penetrabilidade dos orbitais  $s$ .
3. Elétrons com  $l = 2$  blindam mais efetivamente que elétrons com  $l = 1$ .
4. A carga nuclear efetiva de um elétron em um orbital  $p$  é menor que a de um elétron em um orbital  $s$  da mesma camada.

Assinale a alternativa que relaciona as proposições corretas.

- A** 1, 2 e 3    **B** 1, 2 e 3    **C** 1, 2 e 3  
**D** 1, 2 e 3    **E** 1, 2 e 3

**PROBLEMA 1.11**

1B12

1. A  $Z_{\text{eff}}$  de um elétron em um orbital  $1s$  é igual à  $Z_{\text{eff}}$  de um elétron em um orbital  $2s$ .
2. A  $Z_{\text{eff}}$  de um elétron em um orbital  $2s$  é igual à  $Z_{\text{eff}}$  de um elétron em um orbital  $2p$ .
3. Um elétron em um orbital  $2s$  tem a mesma energia que um elétron no orbital  $2p$ .
4. Os elétrons nos orbitais  $2p$  têm números quânticos  $m_s$  com spins de sinais contrários.

Assinale a alternativa que relaciona as proposições *incorretas*.

- A** 1, 2 e 3    **B** 1, 2 e 4    **C** 1, 3 e 4  
**D** 2, 3 e 4    **E** 1, 2, 3 e 3

**PROBLEMA 1.12**

1B14

Assinale a alternativa com o número de elétrons com número quântico magnético nulo no estado fundamental do germânio.

- A** 10    **B** 12    **C** 15    **D** 17    **E** 19

**PROBLEMA 1.13**

1B52

Assinale a alternativa com o número de elétrons com número quântico magnético  $m_s = 1$  no estado fundamental do bismuto.

- A** 12    **B** 17    **C** 24    **D** 34    **E** 40

**PROBLEMA 1.14**

1B15

Assinale a alternativa com a configuração eletrônica do estado fundamental do vanádio.

- A**  $[\text{Ar}]3d^5$     **B**  $[\text{Ar}]4s^13d^4$   
**C**  $[\text{Ar}]4s^23d^3$     **D**  $[\text{Ar}]4s^13d^5$   
**E**  $[\text{Ar}]4s^23d^4$

**PROBLEMA 1.15**

1B20

Assinale a alternativa com a configuração eletrônica do estado fundamental do chumbo.

- A**  $[\text{Xe}]4f^{14}5d^{10}6s^2$     **B**  $[\text{Xe}]4f^{14}5d^{10}6s^26p^1$   
**C**  $[\text{Xe}]4f^{14}5d^{10}6s^26p^2$     **D**  $[\text{Xe}]4f^{14}5d^{10}6s^16p^3$   
**E**  $[\text{Xe}]4f^{14}5d^{10}6p^4$

**PROBLEMA 1.16**

1B16

Assinale alternativa com a espécie cuja configuração eletrônica no seu estado fundamental é  $[\text{Ar}]4s^23d^{10}$ .

- A**  $\text{Cu}^+$     **B**  $\text{Sn}^{2+}$     **C**  $\text{Cd}^{2+}$   
**D**  $\text{Ge}^{2+}$     **E**  $\text{Zn}^+$

**PROBLEMA 1.17**

1B21

Assinale a alternativa com o número atômico do cátion divalente paramagnético que possui, para seu elétron mais energético no estado fundamental, números quânticos:  $n = 3$ ,  $l = 2$ ,  $m = +2$ .

- A** 24    **B** 25    **C** 26    **D** 27    **E** 28

## PROBLEMA 1.18

1B18

**Assinale** a alternativa com a configuração eletrônica do estado fundamental do cromo.

- A Caixa B Caixa C Caixa  
D Caixa E Caixa

## PROBLEMA 1.19

1B22

**Assinale** a alternativa com a configuração eletrônica do estado fundamental do cobre.

- A  $[\text{Ar}]4d^23d^8$  B  $[\text{Ar}]4s^23d^9$   
C  $[\text{Ar}]4s^13d^{10}$  D  $[\text{Ar}]4s^23d^{10}$   
E  $[\text{Ar}]4s^13d^{10}4p^1$

## PROBLEMA 1.20

1B23

**Assinale** a alternativa com a configuração eletrônica no estado fundamental átomo de paládio, espécie diamagnética.

- A  $[\text{Kr}]4d^{10}$  B  $[\text{Kr}]5s^14d^9$   
C  $[\text{Kr}]5s^14d^{10}$  D  $[\text{Kr}]5s^24d^8$   
E  $[\text{Kr}]5s^24d^{10}$

## PROBLEMA 1.21

1B24

**Assinale** a alternativa com a configuração eletrônica da espécie com paramagnetismo mais acentuado.

- A  $1s^22s^1$  B  $1s^22s^22p^1$   
C  $1s^22s^22p^3$  D  $1s^22s^22p^6$   
E  $[\text{Ar}]4s^23d^{10}$

## PROBLEMA 1.22

1B25

Considere as espécies **A**, **B**, **C** e **D**, que possuem 9, 11, 20 e 10 prótons e 10, 11, 18, 10 elétrons, respectivamente.

**Assinale** a alternativa *correta*.

- A A espécie **B** é um gás nobre.  
B A camada de valência da espécie **A** no estado fundamental é  $ns^2 np^5$ .  
C A camada de valência da espécie **C** no estado fundamental é  $ns^2 np^6$ .  
D A espécie **D** é um metal eletricamente neutro.  
E As espécies **A** e **C** são cátions.

## PROBLEMA 1.23

1B26

Considere composto iônico binário, onde o cátion, de carga +2 possui 12 prótons e o ânion, de carga -3 possui 10 elétrons. **Assinale** a alternativa que mais se aproxima da massa molar desse composto.

- A 38 g B 50 g C 90 g  
D 100 g E 122 g

## PROBLEMA 1.24

1B27

Considere três nuclídeos **A**, **B** e **C**, sendo **A** e **B** isótopos, **A** e **C** isótonos, **B** e **C** isóbaros e o número de massa de **A** é 39. A soma do número de prótons de **A**, **B** e **C** é 58 e a soma do número de nêutrons é 61.

**Assinale** a alternativa com o número de nêutrons de **B**.

- A 17 B 18 C 19 D 20 E 21

## PROBLEMA 1.25

1B28

Considere três nuclídeos, **A**, **B** e **C**, com números atômicos consecutivos. **B** e **C** são isóbaros, **A** e **C** são isodiáferos, **B** possui 32 nêutrons e o número de massa de **A** é 38.

**Assinale** a alternativa com o número atômico de **B**.

- A 17 B 18 C 19 D 20 E 21

## Nível II

## PROBLEMA 2.1

1B01

Considere um elétron no orbital 1s de um átomo de hidrogênio, cuja função de onda é

$$\psi_{1s}(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi}a_0^{3/2}} e^{-\frac{r}{a_0}}$$

Em que  $a_0$  é o raio de Bohr.

**Assinale** a alternativa com a razão entre a probabilidade de encontrar o elétron em um pequeno volume muito próximo do núcleo e a probabilidade de encontrá-lo em um volume de mesmo tamanho a uma distância  $a_0$  do núcleo.

- A 0 B 1 C  $e$  D  $e^2$  E  $e^3$

## PROBLEMA 2.2

1B02

Considere um elétron no orbital 2s de um átomo de hidrogênio, cuja função de onda é

$$\psi_{1s}(r) = \frac{1}{4\sqrt{2}\pi a_0^{3/2}} \left( 2 - \frac{r}{a_0} \right) e^{-\frac{r}{a_0}}$$

Em que  $a_0$  é o raio de Bohr.

**Assinale** a alternativa com a razão entre a probabilidade de encontrar o elétron a uma distância  $a_0$  do núcleo e a probabilidade de encontrá-lo a uma distância  $3a_0$  do núcleo.

- A 1 B  $e/3$  C  $e$  D  $e^2/9$  E  $e^2$

**PROBLEMA 2.3**

1B50

Considere a função de onda para um orbital átomo de hidrogênio:

$$\psi(r, \theta) = \frac{1}{64\sqrt{5}\pi a_0^{3/2}} \left( 20 - 10\frac{r}{a_0} + \frac{r^2}{a_0^2} \right) \frac{r}{a_0} e^{-\frac{r}{2a_0}} \cos \theta$$

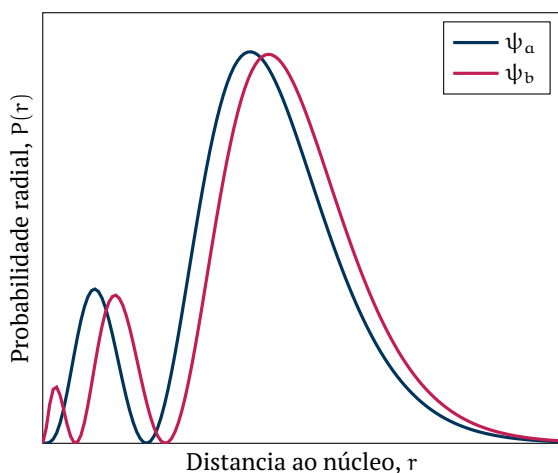
Em que  $a_0$  é o raio de Bohr.

- Determine a posição dos nodos desse orbital.
- Esboce a isosuperfície desse orbital.
- Determine a identidade desse orbital

**PROBLEMA 2.4**

1B51

Considere a função de distribuição radial para dois orbitais do átomo de hidrogênio.



Assinale a alternativa correta.

- $\psi_a$  e  $\psi_b$  podem ser o  $3p$  e  $3s$ , respectivamente.
- $\psi_a$  e  $\psi_b$  podem ser o  $3p$  e  $4p$ , respectivamente.
- $\psi_a$  e  $\psi_b$  podem ser o  $4p$  e  $4d$ , respectivamente.
- $\psi_b$  possui menor penetrabilidade que o orbital  $\psi_a$ .
- $\psi_a$  é mais energético que  $\psi_b$ .

**PROBLEMA 2.5**

1B17

Considere as seguintes configurações eletrônicas de espécies no estado gasoso:

- $1s^2 2s^2 2p^1$
- $1s^2 2s^2 2p^3$
- $1s^2 2s^2 2p^4$
- $1s^2 2s^2 2p^5$

Assinale a alternativa com as configurações que podem representar estados excitados de átomos neutros.

- |                   |                   |                   |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>A</b> 1, 2 e 3 | <b>B</b> 1, 2 e 3 | <b>C</b> 1, 2 e 3 |
| <b>D</b> 1, 2 e 3 | <b>E</b> 1, 2 e 3 |                   |

**PROBLEMA 2.6**

1B29

Considere as seguintes afirmações:

- O nível de energia de um átomo, cujo número quântico principal é igual a 4, pode ter, no máximo, 32 elétrons.
- A configuração eletrônica  $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2$  representa um estado excitado do átomo de oxigênio.
- O estado fundamental do átomo de fósforo contém três elétrons desemparelhados.
- A energia necessária para excitar um elétron do estado fundamental do átomo de hidrogênio para o orbital  $3s$  é igual àquela necessária para excitar este mesmo elétron para o orbital  $3d$ .

Assinale a alternativa que relaciona as proposições corretas.

- |                   |                      |                   |
|-------------------|----------------------|-------------------|
| <b>A</b> 1, 2 e 3 | <b>B</b> 1, 2 e 4    | <b>C</b> 1, 3 e 4 |
| <b>D</b> 2, 3 e 4 | <b>E</b> 1, 2, 3 e 3 |                   |

**PROBLEMA 2.7**

1B30

Considere um átomo com configuração eletrônica  $1s^2 2s^2 2p^5 3s^1$ .

Assinale a alternativa incorreta.

- O átomo está em um estado excitado.
- O átomo emite radiação eletromagnética ao passar a  $1s^2 2s^2 2p^6$ .
- O átomo deve receber energia ao passar a  $1s^2 2s^2 2p^6$ .
- Os orbitais  $1s$  e  $2s$  estão completamente preenchidos.
- Na configuração mais estável o átomo é diamagnético.

**PROBLEMA 2.8**

1B13

1.  $|E_{2s}| = |E_{2p}|$  para átomo de hidrogênio.
2.  $|E_{2s}| = |E_{2p}|$  para o íon de hélio carregado com uma carga positiva.
3.  $|E_{2s}| > |E_{2p}|$  para o átomo de hélio.
4.  $|E_{2s}| > |E_{2p}|$  para o ânion de hélio.

**Assinale** a alternativa que relaciona as proposições *corretas*.

- A** 1, 2 e 3      **B** 1, 2 e 4      **C** 1, 3 e 4  
**D** 2, 3 e 4      **E** 1, 2, 3 e 3

**PROBLEMA 2.9**

1B31

**Assinale** a alternativa *incorreta*.

- A** Nas espécies  $\text{He}^+$ ,  $\text{Li}^{2+}$  e  $\text{Be}^{3+}$ , os orbitais 3s, 3p e 3d têm a mesma energia.  
**B** No átomo de hidrogênio, os orbitais 3s, 3p e 3d têm a mesma energia.  
**C** No átomo de carbono, os orbitais 3s, 3p e 3d têm valores de energias diferentes.  
**D** A densidade de probabilidade de encontrar um elétron num átomo de hidrogênio no orbital 2p é nula num plano que passa pelo núcleo.  
**E** As frequências das radiações emitidas pelo íon  $\text{He}^+$  são iguais às emitidas pelo átomo de hidrogênio.

**PROBLEMA 2.10**

1B32

**Assinale** a alternativa com a degenerescência, desconsiderando *spin*, do átomo de hidrogênio em seu segundo estado excitado.

- A** 1      **B** 3      **C** 6      **D** 9      **E** 12

**PROBLEMA 2.11**

1B33

**Assinale** a alternativa com a degenerescência, desconsiderando *spin*, do ânion hidreto em seu segundo estado excitado.

- A** 1      **B** 3      **C** 6      **D** 9      **E** 12

**PROBLEMA 2.12**

1B34

O titânio-48 e vanádio-51 são, respectivamente, isóbaro e isótono de um nuclídeo **X**.

**Assinale** a alternativa com os números quânticos ( $n$ ,  $l$ ,  $m_l$ ,  $m_s$ ) do elétron mais energético do íon  $\text{X}^{-1}$ .

- A** (3, 2, -2, -1/2)      **B** (3, 2, -2, +1/2)  
**C** (3, 2, +2, -1/2)      **D** (4, 0, 0, -1/2)  
**E** (4, 0, 0, +1/2)

**PROBLEMA 2.13**

1B35

Considere o elemento **X**, que possui dois isótopos estáveis. Um desses isótopos é isótono do nuclídeo  ${}_{46}\text{Q}^{108}$  e isóbaro do nuclídeo  ${}_{48}\text{Z}^{109}$ .

- Determine** o número atômico de **X**.
- Determine** o grupo da Tabela Periódica a que pertence esse elemento.
- Determine** a configuração eletrônica de **X** no estado fundamental.
- Determine** os números quânticos do elétron mais energético de **X** no estado fundamental.

**PROBLEMA 2.14**

1B36

Considere os elementos cobre e cromo.

- Apresente** a configuração eletrônica do cobre.
- Apresente** a configuração eletrônica do cromo.
- Explique** porque as configurações eletrônicas diferem do esperado.

**PROBLEMA 2.15**

1B37

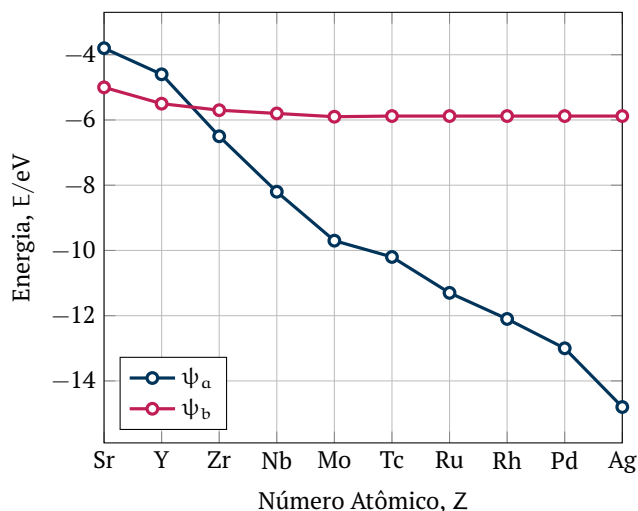
Considere os primeiros lantanídeos no estado fundamental.

- Explique** porque a configuração eletrônica do estado fundamental lantânio é  $[\text{Xe}]6s^2 5d^1$ .
- Explique** porque a configuração eletrônica do estado fundamental do cério é  $[\text{Xe}]4f^1 6s^2$ .
- Explique** porque a configuração eletrônica do estado fundamental do praseodímio é  $[\text{Xe}]4f^3 6s^2$ .

**PROBLEMA 2.16**

1B38

Considere a energia dos orbitais 5s e 4d em função do número atômico, a seguir.



Assinale a alternativa *incorreta*.

- A  $\psi_a$  representa o subnível 5s e  $\psi_b$  o subnível 4d.
- B O gráfico mostra que o aumento de carga nuclear diminui a energia dos orbitais atômicos, reduzindo mais a energia do orbital 5s, por ser mais penetrante que o 4d.
- C A configuração eletrônica para o zircônio é  $[\text{Kr}]5s^24d^2$ .
- D A configuração eletrônica para o ródio é  $[\text{Kr}]5s^14d^8$ .
- E A configuração eletrônica para o paládio é  $[\text{Kr}]4d^{10}$ .

**PROBLEMA 2.17**

1B39

Superactínídeos são elementos teóricos, do oitavo período da tabela periódica, cujo orbital mais energético é o 5g ou 6f, e o primeiro elemento cujo orbital mais energético é o 7d.

- a. **Determine** a faixa de números atômicos dos elementos superactínídeos.
- b. **Apresente** a configuração eletrônica do primeiro superactínídeo.

**PROBLEMA 2.18**

1B40

Considere o elemento de número atômico  $Z = 79$ .

- a. **Apresente** a configuração eletrônica desse elemento no estado fundamental.
- b. **Determine** o período da Tabela Periódica a que pertence esse elemento.
- c. **Determine** o grupo da Tabela Periódica a que pertence esse elemento.

**PROBLEMA 2.19**

1B41

Quando um elétron sofre uma transição no átomo de hidrogênio, os estados inicial e final obedecem à regra de seleção  $\Delta l = \pm 1$ .

Assinale a alternativa com a transição que não é permitida.

- A  $2p \rightarrow 1s$
- B  $3p \rightarrow 1s$
- C  $3d \rightarrow 4f$
- D  $4d \rightarrow 3s$
- E  $5g \rightarrow 4f$

**PROBLEMA 2.20**

1B42

Os níveis de energia de um átomo de hidrogênio sujeito à ação de um campo magnético uniforme  $B$  são

$$E(n, l, m) = E(n) + m_l \mu_B$$

Onde  $\mu$ , o momento magnético do elétron, é uma constante. Transições eletrônicas nesse sistema devem obedecer à regra de seleção  $\Delta m_l = 0, \pm 1$ .

- a. **Apresente** as transições eletrônicas permitidas do nível  $n = 3$  para o nível  $n = 2$ .
- b. **Determine** o número de comprimentos de onda diferentes que podem ser emitidos do nível  $n = 3$  para o nível  $n = 2$ .

**PROBLEMA 2.21**

1B43

O momento magnético,  $\mu$ , é uma medida da força com que uma substância paramagnética é atraída por um campo magnético externo.

$$\mu = \mu_B \sqrt{n(n+2)}$$

Onde  $n$  é o número de elétrons desemparelhados e  $\mu_B$ , o magneton de Bohr, é uma constante.

- a. **Determine** a configuração eletrônica do nióbio, que possui  $\mu = 5,92\mu_B$  no estado fundamental.
- b. **Determine** o número atômico do elemento do quinto período que possui  $\mu = 5,92\mu_B$  no estado fundamental.
- c. **Determine** o número atômico do elemento do sexto período que possui  $\mu = 8,94\mu_B$  no estado fundamental.

## Gabarito

### 3.1 Nível I

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. B  | 2. D  | 3. E  | 4. A  | 5. E  |
| 6. C  | 7. E  | 8. D  | 9. B  | 10. B |
| 11. E | 12. C | 13. D | 14. C | 15. C |
| 16. D | 17. D | 18. B | 19. C | 20. A |
| 21. C | 22. C | 23. D | 24. E | 25. C |

## 3.2 Nível II

1. **D**
2. **D**
3. a. Dois nodos radiais em  $r = (5 - \sqrt{5})a_0$  e  $r = (5 + \sqrt{5})a_0$  e um nodo angular em  $\theta = \pi/2$ .  
b. Esboço.  
c. 4p.
4. **A**
5. **B**
6. **E**
7. **C**
8. **E**
9. **E**
10. **D**
11. **B**
12. **A**
13. a. 47  
b. Grupo 11  
c.  ${}_{47}\text{X} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10}$   
d.  $5s^1$ ,  $n = 5$ ,  $l = 0$ ,  $m = 0$
14. a.  $[\text{Ar}]3d^{10}4s^1$   
b.  $[\text{Ar}]3d^5 4s^1$   
c. Devido à simetria semiesférica e simetria esférica do bloco d.  
d.
15. a. Penetrabilidade.  
b. Repulsão e Penetrabilidade.  
c. Repulsão.
16. **B**
17. a. 121 a 153  
b.  $[\text{Og}]8s^2 5g^1$
18. a.  ${}_{79}\text{E} : [\text{Xe}]6s^1 4f^{14} 5d^{10}$ .  
b. Sexto período.  
c. Grupo 11.
19. **D**
20. a. Diagrama.  
b. 3
21. a.  $[\text{Kr}]5s^1 6d^4$   
b. 43  
c. 64