

Átomo de Hidrogênio

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

Considere os orbitais a seguir.

Assinale a alternativa que relaciona os orbitais que podem existir no átomo de hidrogênio.

- A** $2d$ **B** $4d$ **C** $4g$ **D** $6f$

PROBLEMA 1.4

1B05

Considere os orbitais a seguir.

Assinale a alternativa que relaciona os orbitais que podem existir no átomo de hidrogênio.

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

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

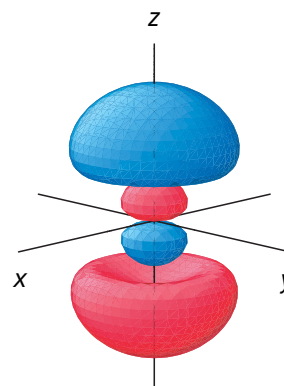
Assinale a alternativa com a representação correta dos números de *spin* $m_s = 1/2$ e $m_s = -1/2$.

- 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

1B09

Considere a isosuperfície de um orbital do átomo de hidrogênio.



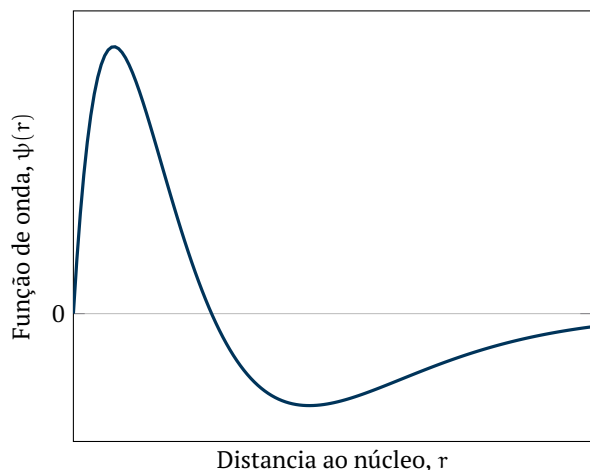
Assinale a alternativa com a identidade desse orbital.

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

PROBLEMA 1.9

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 1.10

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_{eff} de um elétron em um orbital 1s é igual à Z_{eff} de um elétron em um orbital 2s.
2. A Z_{eff} de um elétron em um orbital 2s é igual à Z_{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

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 1.13

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 1.14

1B15

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

- A** $[\text{Ar}]4s^13d^4$ **B** $[\text{Ar}]4s^23d^3$
C $[\text{Ar}]4s^03d^5$ **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** Cu^+ **B** Sn^{2+} **C** Cd^{2+}
D Ge^{2+} **E** 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 núclídeos **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 núclídeos, **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** 2

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

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

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:

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

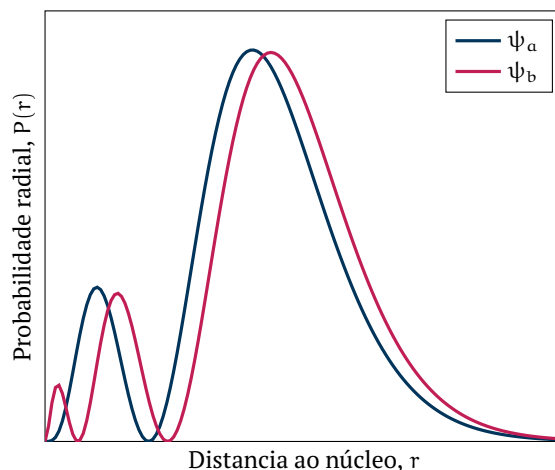
Em que a_0 é o raio de Bohr.

- 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*.

PROBLEMA 2.5

1B17

Considere as seguintes configurações eletrônicas de espécies no estado gasoso:

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

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

- 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 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*.

- 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 2.7

1B30

Considere um átomo neutro cuja configuração eletrônica é $1s^2 2s^2 2p^5 3d^1$. Assinale a alternativa *incorreta*.

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

PROBLEMA 2.8

1B31

Assinale a alternativa *incorreta*.

- A Nas espécies He^+ , Li^{2+} e 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 He^+ são iguais às emitidas pelo átomo de hidrogênio.

PROBLEMA 2.9

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 2.10

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 2.11

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 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 2.12

1B35

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

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

PROBLEMA 2.13

1B36

Considere os elementos cobre e cromo.

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

PROBLEMA 2.14

1B37

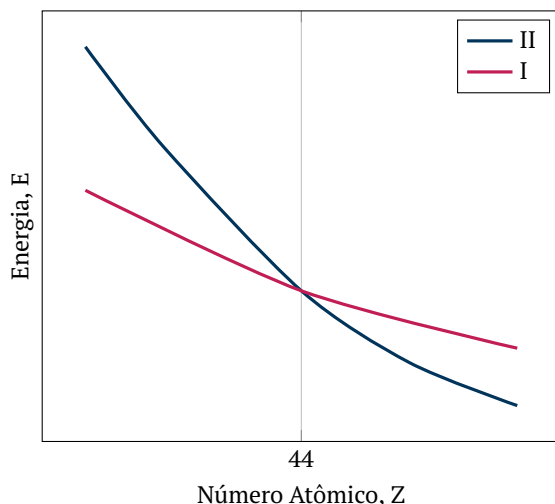
Considere os primeiros lantanídeos no estado fundamental.

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

PROBLEMA 2.15

1B38

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



Assinale a alternativa *incorreta*:

- A** A energia do orbital 5s sofre **COMPLETAR**
- B** A curva I representa o subnível 5s e a curva II o subnível 4d.
- C** A configuração eletrônica para o paládio é $[\text{Kr}]4d^{10}$.
- D** De acordo com o gráfico, a configuração eletrônica para o zircônio é $[\text{Kr}]5s^24d^2$.
- E** 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.

PROBLEMA 2.16

1B39

Superactinídeos 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 superactinídeos.
- b. **Apresente** a configuração eletrônica do primeiro superactinídeo.

PROBLEMA 2.17

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 2.18

1B41

REESCREVER

PROBLEMA 2.19

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

- 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 2.20

1B43

O momento magnético, μ , 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 μ_B , o magneton de Bohr, é uma constante.

- a. **Determine** a configuração eletrônica do rutênio, que possui $\mu = XX, XX\mu_B$
- 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.

PROBLEMA 2.21

1B44

Considere a versão tridimensional da Tabela Periódica sugerida pelo químico Paul Giguère.

Assinale a alternativa *correta*.

- A** O elemento α é um gás nobre.
- B** O elemento β é o ${}_{80}\text{Hg}$.
- C** O íon γ^{2+} tem a configuração eletrônica do xenônio.
- D** O ${}^{75}\delta$ é isótono do ${}^{85}\text{X}_{39}$.
- E** O elemento ϵ é o ${}_{43}\text{Tc}$, primeiro elemento artificial conhecido, e pertence ao grupo 6.

Gabarito

3.1 Nível I

- | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1. B | 2. D | 3. D | 4. D | 5. E |
| 6. C | 7. E | 8. B | 9. D | 10. B |
| 11. E | 12. E | 13. C | 14. B | 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 $\theta = 90^\circ$.
b. Esboço.
c. 4p.
4. -
5. **B**
6. **E**
7. **C**
8. **E**
9. **D**
10. **B**
11. **A**
12. 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. $5s^1$, $n = 5$, $l = 0$, $m = 0$
13. 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.
14. a. Penetrabilidade.
b. Repulsão e Penetrabilidade.
c. Repulsão.
15. **E**
16. a. 121 a 153
b. $[\text{Og}]8s^2 5g^1$
17. a. ${}_{79}\text{E} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^1 4f^{14} 5d^{10}$.
b. 6º Período.
c. Grupo 11.
18. -
19. a. Diagrama.
b. 3
20. a. ???
b. 43
c. 64
21. **C**