

# Estrutura Atômica

Gabriel Braun

Colégio e Curso Pensí, Coordenação de Química



## Sumário

### 1 Revisão: Estrutura Atômica

1

## 1 Revisão: Estrutura Atômica

### Problemas

#### Testes

##### PROBLEMA 1.1

1A01

Um ímã de ferro possui 25 g de massa. A massa de um átomo de ferro é  $9,3 \times 10^{-26}$  kg.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do número de átomos de ferro no ímã.

- A**  $1,3 \times 10^{21}$     **B**  $7,8 \times 10^{21}$     **C**  $4,6 \times 10^{22}$   
**D**  $2,7 \times 10^{23}$     **E**  $1,6 \times 10^{24}$

##### PROBLEMA 1.2

1A02

Um garimpeiro que procurava ouro em um riacho do Alasca coletou 12 g de peças finas de ouro conhecidas como *pó de ouro*. A massa de um átomo de ouro é  $3,3 \times 10^{-25}$  kg.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do número de átomos de ouro coletados.

- A**  $3,6 \times 10^{19}$     **B**  $2,0 \times 10^{20}$     **C**  $1,2 \times 10^{21}$   
**D**  $6,6 \times 10^{21}$     **E**  $3,8 \times 10^{22}$

##### PROBLEMA 1.3

1A03

Quando J.J. Thompson fez seus experimentos com raios catódicos, a natureza do elétron foi colocada em cheque. Alguns o imaginavam como uma forma de radiação, como a luz; outros acreditavam que o elétron era uma partícula. Algumas das observações feitas com raios catódicos eram usadas para apoiar uma ou outra visão.

1. Eles passam através de folhas de metal.
2. Eles viajam em velocidades inferiores às da luz.
3. Se um objeto é colocado em sua trajetória, observa-se uma sombra.
4. Sua trajetória muda quando eles passam entre placas com carga elétrica.

**Assinale** a alternativa que relaciona as propriedades que podem servir de suporte para o modelo de partícula do elétron.

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

##### PROBLEMA 1.4

1A04

J.J. Thompson inicialmente chamou os raios produzidos em sua aparelhagem de *raios canais*. Os raios canais sofrem desvios ao passar entre os polos de um ímã e depois atingem a tela de fósforo. A razão carga-massa das partículas que compõe os raios canais é

$$\frac{q}{m} = 2,4 \times 10^7 \text{ C kg}^{-1}$$

O catodo e o anodo do aparelho são feitos de lítio, e o tubo contém hélio.

**Assinale** a alternativa com a partícula que forma os raios canais.

- A**  $e^{-}$     **B**  $\text{He}^{-}$     **C**  $\text{He}^{+}$   
**D**  $\text{He}^{2+}$     **E**  $\text{Li}^{+}$

#### Dados

- $m_e = 9,10 \times 10^{-31}$  kg    •  $m_n = 1,67 \times 10^{-27}$  kg  
•  $m_p = 1,67 \times 10^{-27}$  kg

##### PROBLEMA 1.5

1A05

Considere os átomos de boro-11,  $^{10}\text{B}$ , Fósforo-31 e  $^{238}\text{B}$ .

**Assinale** a alternativa com o número de elétrons dos átomos, respectivamente.

- A** 6, 5, 15, 92    **B** 5, 5, 15, 92    **C** 5, 5, 16, 92  
**D** 5, 5, 15, 146    **E** 6, 5, 16, 92

##### PROBLEMA 1.6

1A06

Considere os átomos de  $^{40}\text{K}$ ,  $^{58}\text{Co}$ , tântalo-180 e  $^{210}\text{At}$ .

**Assinale** a alternativa com o número de nêutrons dos átomos, respectivamente.

- A** 19, 31, 107, 125    **B** 21, 27, 107, 125  
**C** 21, 31, 107, 125    **D** 21, 31, 73, 125  
**E** 21, 31, 107, 85

##### PROBLEMA 1.7

1A07

Considere os átomos de argônio-40, potássio-40 e cálcio-40.

**Assinale** a alternativa com a relação nuclear desses átomos.

- A** Isótopos.    **B** Isótonos.    **C** Isóbaros.  
**D** Isômeros.    **E** Isodiáferos.

## PROBLEMA 1.8

1A08

Considere os átomos de manganês-55, ferro-56 e níquel-58.

**Assinale** a alternativa com a relação nuclear desses átomos.

- A** Isótopos.      **B** Isótonos.      **C** Isóbaros.  
**D** Isômeros.      **E** Isodiáferos.

## PROBLEMA 1.9

1A09

Considere os átomos de carbono-12, carbono-13 e carbono-14.

**Assinale** a alternativa com a relação nuclear desses átomos.

- A** Isótopos.      **B** Isótonos.      **C** Isóbaros.  
**D** Isômeros.      **E** Isodiáferos.

## PROBLEMA 1.10

1A10

Considere os átomos de urânio-238, tório-234 e rádio-230.

**Assinale** a alternativa com a relação nuclear desses átomos.

- A** Isótopos.      **B** Isótonos.      **C** Isóbaros.  
**D** Isômeros.      **E** Isodiáferos.

## PROBLEMA 1.11

1A39

Considere três átomos 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 do átomo B.

- A** 17      **B** 18      **C** 19  
**D** 20      **E** 21

## PROBLEMA 1.12

1A40

Considere três átomos, 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 de prótons do átomo B.

- A** 19      **B** 17      **C** 20  
**D** 18      **E** 21

## PROBLEMA 1.13

1A11

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da fração da massa total de um átomo de carbono-12 que é decorrente dos elétrons.

- A**  $7,4 \times 10^{-5}$       **B**  $1,4 \times 10^{-4}$       **C**  $2,7 \times 10^{-4}$   
**D**  $5,2 \times 10^{-4}$       **E**  $9,9 \times 10^{-4}$

## Dados

- $m_e = 9,10 \times 10^{-31} \text{ kg}$       •  $m_n = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$   
•  $m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

## PROBLEMA 1.14

1A12

Suponha que a massa total de um automóvel de uma tonelada seja devido ao ferro-56.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da massa de nêutrons no automóvel.

- A** 540 kg      **B** 940 kg      **C** 1600 kg  
**D** 2900 kg      **E** 5000 kg

## Dados

- $m_e = 9,10 \times 10^{-31} \text{ kg}$       •  $m_n = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$   
•  $m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

## PROBLEMA 1.15

1A13

Considere os fenômenos.

1. Diminuição na velocidade da radiação.
2. Diminuição no comprimento de onda da radiação.
3. Diminuição na medida da variação no campo elétrico em determinado ponto.
4. Aumento da energia da radiação.

**Assinale** a alternativa que relaciona os fenômenos que acontecem quando a frequência da radiação eletromagnética diminui.

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

## PROBLEMA 1.16

1A14

Considere as proposições.

1. Os raios X viajam a uma velocidade maior do que a da radiação infravermelha porque têm energia maior.
2. O comprimento de onda da luz visível aumenta a medida que sua cor passa de azul a verde.
3. A frequência da radiação infravermelha, cujo comprimento de onda é  $1 \times 10^3 \text{ nm}$ , é mil vezes menor que a frequência das ondas de rádio, que têm comprimento de onda igual a  $1 \times 10^6 \text{ nm}$ .
4. A frequência da radiação infravermelha, cujo comprimento de onda é  $1 \times 10^3 \text{ nm}$ , é mil vezes maior que a frequência das ondas de rádio, que têm comprimento de onda igual a  $1 \times 10^6 \text{ nm}$ .

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

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

## PROBLEMA 1.17

1A15

Um sinal de trânsito emite luz vermelha com frequência  $5,15 \times 10^{14} \text{ Hz}$ .

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do comprimento de onda da luz emitida pelo sinal.

- A** 700 nm      **B** 1200 nm      **C** 2200 nm  
**D** 3900 nm      **E** 6900 nm

**PROBLEMA 1.18**

1A16

Uma estação de rádio transmite em 98,4 MHz.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do comprimento de onda da luz emitida pelo sinal.

- A** 1,8 m      **B** 2,3 m      **C** 3,0 m  
**D** 3,9 m      **E** 5,0 m

**PROBLEMA 1.19**

1A17

Os fótons de raios  $\gamma$  emitidos durante decaimento nuclear de um átomo de tecnécio-99 usado em produtos radiofarmacêuticos têm energia igual a 140 keV.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do comprimento de onda desses raios  $\gamma$ .

- A** 4,6 pm      **B** 6,3 pm      **C** 8,8 pm  
**D** 12 pm      **E** 17 pm

**PROBLEMA 1.20**

1A18

Quando um feixe de elétrons choca-se com um bloco de cobre, são emitidos raios X com frequência  $1,2 \times 10^{17}$  Hz.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da energia dos fótons emitidos.

- A**  $8,0 \times 10^{-17}$  J      **B**  $3,5 \times 10^{-16}$  J      **C**  $1,6 \times 10^{-15}$  J  
**D**  $6,9 \times 10^{-15}$  J      **E**  $3,1 \times 10^{-14}$  J

**PROBLEMA 1.21**

1A19

**Assinale** a alternativa que relaciona os tipos de radiação em ordem crescente de energia.

- A** Radiação infravermelho, luz visível, radiação ultravioleta, raios X, raios  $\gamma$ .  
**B** Luz visível, radiação infravermelho, radiação ultravioleta, raios X, raios  $\gamma$ .  
**C** Radiação infravermelho, radiação ultravioleta, luz visível, raios X, raios  $\gamma$ .  
**D** Radiação infravermelho, luz visível, raios X, radiação ultravioleta, raios  $\gamma$ .  
**E** Radiação infravermelho, luz visível, radiação ultravioleta, raios  $\gamma$ , raios X.

**PROBLEMA 1.22**

1A20

**Assinale** a alternativa que relaciona os tipos de radiação em ordem crescente de energia.

- A** Ondas de rádio, micro-ondas, radiação infravermelho, radiação ultravioleta, luz visível.  
**B** Ondas de rádio, micro-ondas, luz visível, radiação infravermelho, radiação ultravioleta.  
**C** Ondas de rádio, radiação infravermelho, micro-ondas, luz visível, radiação ultravioleta.

- D** Micro-ondas, ondas de rádio, radiação infravermelho, luz visível, radiação ultravioleta.

- E** Ondas de rádio, micro-ondas, radiação infravermelho, luz visível, radiação ultravioleta.

**PROBLEMA 1.23**

1A21

Um átomo de hidrogênio emite radiação com  $n_1 = 1$  e  $n_2 = 3$ .

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do comprimento de onda da radiação emitida.

- A** 490 nm      **B** 850 nm      **C** 1500 nm  
**D** 2600 nm      **E** 4500 nm

**PROBLEMA 1.24**

1A22

Um átomo de hidrogênio emite radiação com  $n_1 = 2$  e  $n_2 = 5$ .

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do comprimento de onda da radiação emitida.

- A** 430 nm      **B** 740 nm      **C** 1300 nm  
**D** 2200 nm      **E** 3800 nm

**PROBLEMA 1.25**

1A23

Um átomo de hidrogênio emite radiação ao decair do segundo para o primeiro estado excitado.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do comprimento de onda da radiação emitida.

- A** 660 nm      **B** 1200 nm      **C** 2100 nm  
**D** 3600 nm      **E** 6400 nm

**PROBLEMA 1.26**

1A24

**Assinale** a alternativa com o decaimento para o átomo de hidrogênio que leva à emissão de um fóton com maior comprimento de onda.

- A**  $n_1 = 1$  e  $n_2 = 2$       **B**  $n_1 = 2$  e  $n_2 = 3$   
**C**  $n_1 = 3$  e  $n_2 = 4$       **D**  $n_1 = 4$  e  $n_2 = 5$   
**E**  $n_1 = 5$  e  $n_2 = 6$

**Problemas Integrados****PROBLEMA 2.1**

1A25

Uma lâmpada de 32 W emite luz violeta de comprimento de onda 420 nm.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do número de fótons de luz violeta que a lâmpada pode gerar em 2 s.

- A**  $2,7 \times 10^{19}$       **B**  $1,4 \times 10^{20}$       **C**  $7,3 \times 10^{20}$   
**D**  $3,8 \times 10^{21}$       **E**  $2,0 \times 10^{22}$

## PROBLEMA 2.2

1A26

Uma lâmpada de 40 W emite luz azul de comprimento de onda 470 nm.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do número de fótons de luz azul que a lâmpada pode gerar em 2 s.

- A**  $2,8 \times 10^{-4}$  mol      **B**  $5,3 \times 10^{-4}$  mol  
**C**  $1,0 \times 10^{-3}$  mol      **D**  $2,0 \times 10^{-3}$  mol  
**E**  $3,7 \times 10^{-3}$  mol

## PROBLEMA 2.3

1A27

Uma lâmpada de neon brilha com luz laranja e emite radiação com comprimento de onda igual a 865 nm.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da variação de energia resultante da emissão de fótons nesse comprimento de onda.

- A**  $32 \text{ kJ mol}^{-1}$       **B**  $53 \text{ kJ mol}^{-1}$       **C**  $86 \text{ kJ mol}^{-1}$   
**D**  $140 \text{ kJ mol}^{-1}$       **E**  $230 \text{ kJ mol}^{-1}$

## PROBLEMA 2.4

1A28

As lâmpadas de vapor de sódio usadas na iluminação pública emitem luz amarela de comprimento de onda 590 nm.

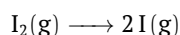
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da energia emitida por 5 mg de sódio que emitem luz nesse comprimento de onda.

- A** 19 J      **B** 29 J      **C** 44 J  
**D** 67 J      **E** 100 J

## PROBLEMA 2.5

1A29

A exposição de uma amostra de iodo gasoso à luz com comprimentos de onda inferiores a 500 nm leva à formação de iodo atômico conforme a reação:



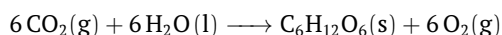
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da energia de decomposição do iodo gasoso.

- A**  $240 \text{ kJ mol}^{-1}$       **B**  $400 \text{ kJ mol}^{-1}$       **C**  $670 \text{ kJ mol}^{-1}$   
**D**  $1100 \text{ kJ mol}^{-1}$       **E**  $1900 \text{ kJ mol}^{-1}$

## PROBLEMA 2.6

1A30

A mensuração da eficiência quântica da fotossíntese em plantas revelou que 8 fótons de luz vermelha a 690 nm são necessários para liberar uma molécula de oxigênio pela reação:



A quantidade média de energia armazenada no processo fotoquímico é 470 kJ por mol de oxigênio liberado.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da eficiência da fotossíntese.

- A** 0,14      **B** 0,18      **C** 0,23  
**D** 0,30      **E** 0,39

## PROBLEMA 2.7

1A31

Os níveis de energia dos íons hidrogenoides, com um elétron e número atômico Z, diferem dos níveis de energia do hidrogênio por um fator igual a  $Z^2$ .

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do comprimento de onda da transição de  $n = 2$  para  $n = 1$  no  $\text{He}^+$ .

- A** 20 nm      **B** 30 nm      **C** 45 nm  
**D** 67 nm      **E** 100 nm

## PROBLEMA 2.8

1A32

Alguns *lasers* funcionam pela excitação de átomos de um elemento e colisão posterior entre esses átomos excitados e os de outro elemento, com transferência da sua energia de excitação para esses átomos. A transferência é mais eficiente quando a separação dos níveis de energia é a mesma nas duas espécies.

**Assinale** a alternativa com a transição do cátion  $\text{He}^+$  que pode ser excitada por colisão com átomos de hidrogênio no primeiro estado excitado.

- A**  $n_1 = 1$  e  $n_2 = 2$       **B**  $n_1 = 1$  e  $n_2 = 4$   
**C**  $n_1 = 2$  e  $n_2 = 3$       **D**  $n_1 = 2$  e  $n_2 = 4$   
**E**  $n_1 = 2$  e  $n_2 = 5$

## Desafios

## PROBLEMA 3.1

1A33

A dissociação do cloro molecular é um processo endotérmico que requer  $240 \text{ kJ mol}^{-1}$  de energia



A energia necessária para essa reação pode ser fornecida por irradiação.

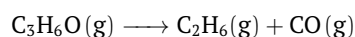
Um recipiente de 10 L contendo gás cloro e gás hidrogênio é irradiado durante 2,5 s com luz UV com comprimento de onda 250 nm proveniente de uma lâmpada de mercúrio com potência de 10 W. A mistura gasosa absorve 2% da energia fornecida, levando à formação de 65 mmol de ácido clorídrico.

- Determine** os possíveis valores de comprimento de onda da luz em que se espera que ocorra a dissociação do cloro molecular.
- Determine** o rendimento quântico para a formação de ácido clorídrico.
- Explique**, qualitativamente, o valor obtido para o rendimento quântico.

## PROBLEMA 3.2

1A34

Um recipiente de quartzo é irradiado por um *laser* de 1,5 mW que emite luz UV com comprimento de onda 330 nm. O recipiente contém propanal gasoso,  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ , que absorve 6% da radiação incidente decompondo-se em etano,  $\text{C}_2\text{H}_6$ , e monóxido de carbono, CO, gasosos:



São formados 56 µg de monóxido de carbono por segundo.

- a. **Determine** a taxa de incidência de fótons no recipiente.
- b. **Determine** o rendimento quântico para a decomposição do propanal.
- c. **Explique**, qualitativamente, o valor obtido para o rendimento quântico.

PROBLEMA 3.3

1A35

Uma linha é observada em 103 nm no espectro do átomo de hidrogênio.

- a. **Determine** a energia do fóton emitido.
- b. **Determine** a transição eletrônica do átomo de hidrogênio que corresponde à essa emissão.

PROBLEMA 3.4

1A36

Uma linha violeta é observada 434 nm no espectro do átomo de hidrogênio em.

- a. **Determine** a energia do fóton emitido.
- b. **Determine** a transição eletrônica do átomo de hidrogênio que corresponde à essa emissão.

PROBLEMA 3.5

1A37

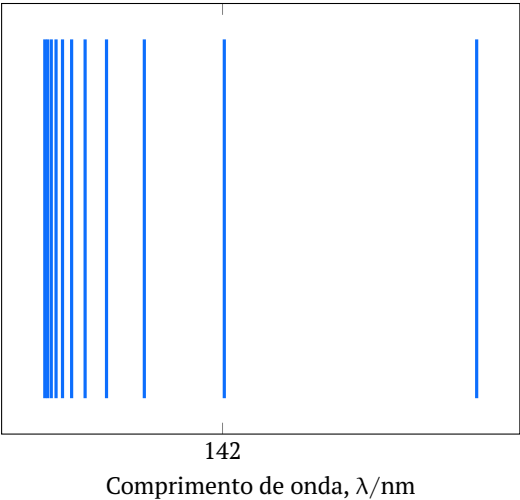
Um feixe de luz solar passa atravessar um filtro de radiação ultravioleta, o qual não permite passar fótons de comprimento de onda menor que 300 nm, sendo direcionado para uma amostra de hidrogênio atômico gasoso. A amostra é mantida em um recipiente transparente à luz visível e opaco à radiação infravermelho com comprimento de onda superior a 660 nm. Após passarem pela amostra, os fótons são detectados por sensores posicionados ortogonalmente ao feixe de luz.

- a. **Determine** a faixa de energia dos fótons que podem ser detectados pelo sensor.
- b. **Determine** a energias dos fótons detectados.

PROBLEMA 3.6

1A38

Considere parte do espectro de emissão para um íon monoelétrônico em fase gasosa. Todas as linhas resultam de transições eletrônicas para o segundo estado excitado.



- a. **Determine** o número atômico do íon monoelétrônico.
- b. **Determine** o comprimento de onda para a linha de menor energia.

Gabarito

Testes

- |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. D  | 2. E  | 3. C  | 4. C  | 5. B  | 6. C  |
| 7. C  | 8. B  | 9. A  | 10. E | 11. E | 12. A |
| 13. C | 14. A | 15. C | 16. C | 17. A | 18. C |
| 19. C | 20. A | 21. A | 22. E | 23. A | 24. A |
| 25. A | 26. E |       |       |       |       |

Problemas Integrados

- |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 1. B | 2. A | 3. D | 4. C | 5. A | 6. D |
| 7. B | 8. D |      |      |      |      |

Desafios

- a. 491 nm
  - b.  $6 \times 10^4$
  - c. Reação em cadeia.
- a.  $2,5 \times 10^{15}$  fótons por segundo
  - b. 8000
  - c. Reação em cadeia.
- a. 12 eV
  - b.  $n_1 = 2$  e  $n_2 = 5$
- a. 2,9 eV
  - b.  $n_1 = 1$  e  $n_2 = 3$
- a. 1,88 eV a 4,13 eV
  - b. 1,9 eV, 2,6 eV, 2,9 eV, 3,0 eV
- a.  $Z = 4$ ,  $\text{Be}^{3+}$
  - b. 122 nm