

Teoria Quântica

Gabriel Braun

Colégio e Curso Pensi, Coordenação de Química



Nível I

PROBLEMA 1.1

1A01

Assinale a alternativa que mais se aproxima da energia liberada por 5 g de sódio em uma lâmpada que produz luz amarela com comprimento de onda 590 nm.

- A** 100 kJ **B** 200 kJ **C** 300 kJ
D 400 kJ **E** 500 kJ

PROBLEMA 1.2

1A02

Assinale a alternativa que mais se aproxima do número de fótons emitidos por uma lâmpada de 40 W que produz luz azul com comprimento de onda 470 nm.

- A** 7×10^{15} **B** 7×10^{16} **C** 7×10^{17}
D 7×10^{18} **E** 7×10^{19}

PROBLEMA 1.3

1A03

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

Assinale a alternativa que mais se aproxima da entalpia de ligação I—I.

- A** 120 kJ mol^{-1} **B** 160 kJ mol^{-1}
C 200 kJ mol^{-1} **D** 240 kJ mol^{-1}
E 280 kJ mol^{-1}

PROBLEMA 1.4

1A04

A mensuração da eficiência quântica da fotossíntese em plantas revelou que 8 quanta de luz vermelha a 685 nm são necessários para liberar uma molécula de oxigênio. A quantidade média de energia armazenada no processo fotoquímico é 469 kJ por mol de oxigênio liberado.

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

- A** 10% **B** 30% **C** 50%
D 70% **E** 90%

PROBLEMA 1.5

1A05

Assinale a alternativa correta.

- A** A intensidade total da radiação emitida por um corpo negro é diretamente proporcional à temperatura.
B O comprimento de onda emitido com maior intensidade por um corpo negro aumenta com o aumento da temperatura.
C Fótons de ondas de rádio são mais energéticos que fótons de radiação ultravioleta.
D Fótons radiação infravermelha são menos energéticos que fótons de radiação ultravioleta.
E A energia de um fóton é diretamente proporcional ao comprimento de onda da radiação.

PROBLEMA 1.6

1A06

Cinco amostras idênticas de um mesmo metal são aquecidas a diferentes temperaturas até a incandescência.

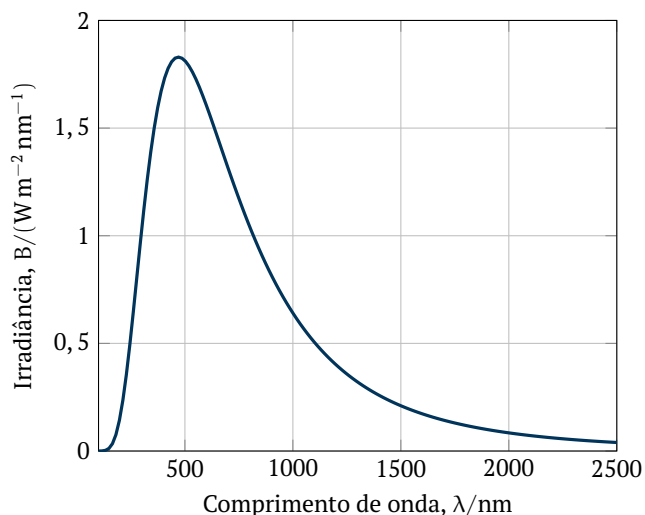
Assinale a alternativa com a cor da amostra submetida a uma maior temperatura.

- A** Vermelho **B** Laranja
C Amarelo **D** Verde
E Branco

PROBLEMA 1.7

1A08

Considere o espectro de emissão da radiação solar.



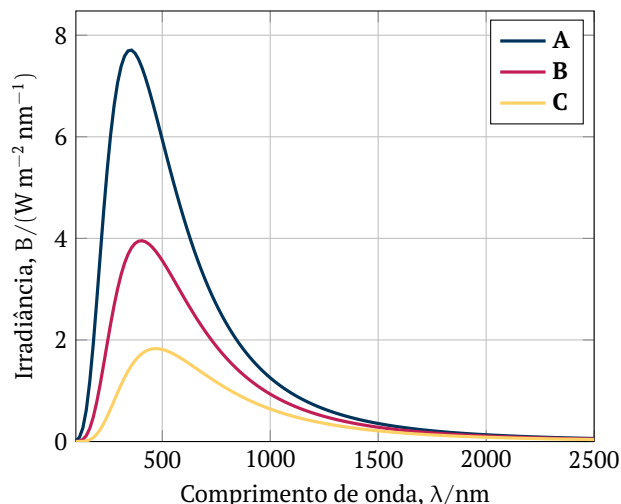
Assinale a alternativa que mais se aproxima da temperatura do sol.

- ☐ A 3 kK ☐ B 4 kK ☐ C 5 kK
☐ D 6 kK ☐ E 7 kK

PROBLEMA 1.8

1A09

Considere o espectro de emissão da radiação de três estrelas, A, B e C.



Assinale a alternativa que relaciona as estrelas em ordem crescente de temperatura.

- ☐ A A, B, C ☐ B A, C, B ☐ C B, A, C
☐ D C, A, B ☐ E C, B, A

PROBLEMA 1.9

1A07

Assinale a alternativa que mais se aproxima do comprimento de onda correspondente à emissão de maior intensidade de uma amostra de ferro em fusão.

- ☐ A 130 nm ☐ B 260 nm ☐ C 390 nm
☐ D 520 nm ☐ E 650 nm

Dados

- $T_{\text{fus}}(\text{Fe}) = 1540 \text{ K}$

PROBLEMA 1.10

1A10

Uma placa é feita de um metal, cuja função trabalho é menor que a energia dos fótons da luz visível, é exposta ao sol.

Assinale a alternativa *correta*.

- ☐ A Os elétrons não são ejetados instantaneamente, já que precisam de um tempo mínimo para acúmulo de energia.
☐ B Os elétrons podem ser ejetados instantaneamente com uma mesma energia cinética para qualquer elétron.
☐ C Os elétrons não podem ser ejetados já que a placa metálica apenas reflete a radiação.
☐ D Os elétrons podem ser ejetados instantaneamente, com energia que depende da frequência da radiação absorvida e da energia do elétron no metal.
☐ E Os elétrons não podem ser ejetados instantaneamente e a energia cinética após a ejeção depende da frequência da radiação absorvida e da energia do elétron no metal.

PROBLEMA 1.11

1A11

A superfície de uma amostra de potássio é irradiada, emitindo elétrons a 668 km s^{-1} .

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

- ☐ A 300 nm ☐ B 350 nm ☐ C 400 nm
☐ D 450 nm ☐ E 500 nm

Dados

- $\Phi(\text{K}) = 2,20 \text{ eV}$

PROBLEMA 1.12

1A12

Assinale a alternativa que mais se aproxima da energia cinética máxima para os elétrons emitidos quando luz de comprimento de onda 140 nm atinge a superfície do zinco.

- A** $1,40 \times 10^{-19} \text{ J}$ **B** $8,40 \times 10^{-19} \text{ J}$
C $1,40 \times 10^{-18} \text{ J}$ **D** $8,40 \times 10^{-18} \text{ J}$
E $1,40 \times 10^{-17} \text{ J}$

Dados

- $\Phi(\text{Zn}) = 4,30 \text{ eV}$

PROBLEMA 1.13

1A13

A superfície de um metal é irradiada com luz de dois comprimentos de onda, λ_1 e λ_2 . As velocidades máximas dos fotoelétrons emitidos são, respectivamente, v_1 e v_2 , sendo $v_1 = 2v_2$. **Assinale** a alternativa com a função trabalho desse metal.

- A** $\frac{(2\lambda_1 - \lambda_2)hc}{\lambda_1\lambda_2}$ **B** $\frac{(\lambda_2 - 2\lambda_1)hc}{\lambda_1\lambda_2}$
C $\frac{(\lambda_2 - 4\lambda_1)hc}{3\lambda_1\lambda_2}$ **D** $\frac{(4\lambda_1 - \lambda_2)hc}{3\lambda_1\lambda_2}$
E $\frac{(2\lambda_1 - \lambda_2)hc}{3\lambda_1\lambda_2}$

PROBLEMA 1.14

1A14

O comprimento de onda crítico para a verificação do efeito fotoelétrico no tungstênio é 260 nm.

Assinale a alternativa que mais se aproxima do comprimento de onda necessário para produzir fotoelétrons do tungstênio com o dobro da energia cinética daqueles produzidos a 220 nm.

- A** 110 nm **B** 130 nm **C** 150 nm
D 170 nm **E** 190 nm

PROBLEMA 1.15

1A15

Assinale a alternativa que mais se aproxima do comprimento de onda de uma partícula de 1 g viajando a 1 m s^{-1} .

- A** 7×10^{-34} **B** 7×10^{-33} **C** 7×10^{-32}
D 7×10^{-31} **E** 7×10^{-30}

PROBLEMA 1.16

1A16

Assinale a alternativa com a identidade do átomo que possui comprimento de onda 3,30 fm quando viaja a 1% da velocidade da luz.

- A** Be **B** Mg **C** Ca **D** Sr **E** Ba

PROBLEMA 1.17

1A17

Assinale a alternativa com o momento angular do elétron na quinta órbita do átomo de hidrogênio, considerando o modelo atômico de Bohr.

- A** $1 \times 10^{-34} \text{ J s}$ **B** $2 \times 10^{-34} \text{ J s}$
C $5 \times 10^{-34} \text{ J s}$ **D** $7 \times 10^{-34} \text{ J s}$
E $1 \times 10^{-33} \text{ J s}$

PROBLEMA 1.18

1A18

Considere a excitação de um átomo de hidrogênio do estado fundamental até o segundo estado excitado.

Assinale a alternativa *correta*.

- A** Esse estado excitado é o primeiro permitido para o átomo de hidrogênio.
B A distância média do elétron ao núcleo será menor no estado excitado do que no estado fundamental.
C Será necessário fornecer mais energia para ionizar o átomo a partir desse estado excitado do que do estado fundamental.
D A energia de excitação é a mesma do que a necessária para excitar um elétron do segundo para o quarto estado excitado.
E O comprimento de onda da radiação emitida quando o elétron retornar para o estado fundamental será igual ao comprimento de onda da radiação absorvida para a excitação.

PROBLEMA 1.19

1A19

Assinale a alternativa que mais se aproxima do comprimento de onda da radiação emitida quando um átomo de hidrogênio decai do segundo para o primeiro estado excitado.

- A** 460 nm **B** 560 nm **C** 660 nm
D 760 nm **E** 860 nm

PROBLEMA 1.20

1A20

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

- A** $n = 2 \rightarrow n = 1$ **B** $n = 3 \rightarrow n = 2$
C $n = 4 \rightarrow n = 3$ **D** $n = 5 \rightarrow n = 4$
E $n = 6 \rightarrow n = 5$

PROBLEMA 1.21

1A21

Um elétron em um estado excitado do átomo de hidrogênio decai para o estado fundamental emitindo dois fótons cujos comprimentos de onda são λ_1 e λ_2 .

Assinale a alternativa com o comprimento de onda do fóton emitido caso o decaimento ocorresse em uma única etapa.

- | | |
|--|--|
| A $\lambda_1 + \lambda_2$ | B $\lambda_1 - \lambda_2$ |
| C $\frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}$ | D $\frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2}$ |
| E $\frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1}$ | |

PROBLEMA 1.22

1A22

Assinale a alternativa que mais se aproxima da energia de ionização do hidrogênio.

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| A 1,30 MJ mol ⁻¹ | B 2,60 MJ mol ⁻¹ |
| C 3,90 MJ mol ⁻¹ | D 4,20 MJ mol ⁻¹ |
| E 6,50 MJ mol ⁻¹ | |

PROBLEMA 1.23

1A23

A energia de ionização um átomo com apenas um elétron é 412 kJ mol⁻¹. Quando os átomos desse elemento estão no primeiro estado excitado, a energia de ionização é 126 kJ mol⁻¹.

Assinale a alternativa que mais se aproxima do comprimento de onda emitido por esse átomo em uma transição do primeiro estado excitado para o estado fundamental.

- | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| A 210 nm | B 420 nm | C 340 nm |
| D 450 nm | E 560 nm | |

PROBLEMA 1.24

1A24

Assinale a alternativa com o átomo cuja última energia de ionização é 122 eV.

- | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| A He | B Li | C Be | D B | E C |
|-------------|-------------|-------------|------------|------------|

PROBLEMA 1.25

1A25

Lasers funcionam pela colisão de átomos excitados com espécies no estado fundamental. A transferência de energia é mais eficiente quando as diferenças energéticas dos níveis são próximas.

Assinale a alternativa com a transição do cátion He⁺ que pode ser excitada por colisão com átomos de hidrogênio no primeiro estado excitado.

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| A $n = 1 \rightarrow n = 2$ | B $n = 1 \rightarrow n = 4$ |
| C $n = 2 \rightarrow n = 3$ | D $n = 2 \rightarrow n = 4$ |
| E $n = 2 \rightarrow n = 5$ | |

Nível II

PROBLEMA 2.1

1A26

Determine a identidade de um átomo que, movendo-se com sua velocidade média quadrática a 100 °C, possui comprimento de onda 23 pm.

PROBLEMA 2.2

1A27

Quando átomos colidem, parte de sua energia cinética pode ser convertida em energia eletrônica. O processo é mais eficiente quando a energia cinética é próxima da energia necessária para a excitação.

Determine a temperatura onde a excitação de átomos de hidrogênio ao primeiro estado excitado é mais eficiente

PROBLEMA 2.3

1A28

Uma amostra com 586 g de água, inicialmente a 25 °C, é colocada em um forno de micro-ondas que emite radiação eletromagnética com frequência de 2,45 GHz e aquecida até 91 °C. **Assinale** a alternativa que mais se aproxima do número de fótons absorvidos pela água.

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| A 3×10^{27} | B 4×10^{28} | C 1×10^{29} |
| D 5×10^{30} | E 2×10^{31} | |

Dados

$$\bullet C_p(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = 75,3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

PROBLEMA 2.4

1A29

Radiação de comprimento de onda 427 nm é utilizada no processo de fotossíntese para a produção de glicose (C₆H₁₂O₆) a partir do CO₂.

- Determine** a entalpia da reação de fotossíntese.
- Determine** o número de fótons necessários para produzir uma molécula de glicose.

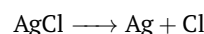
Dados

$$\bullet \Delta H_c^\circ(\text{glicose}, \text{s}) = -2810 \text{ kJ mol}^{-1}$$

PROBLEMA 2.5

1A30

Cristais de cloreto de prata podem ser incorporados em lentes. Quando expostos à luz ocorre a reação:



- Determine** a entalpia de decomposição do cloreto de prata.
- Determine** o comprimento de onda máximo para esse processo.

Dados

$$\bullet \Delta H_f^\circ(\text{Cl}_2) = 242 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\bullet \Delta H_f^\circ(\text{AgCl}, \text{s}) = -127 \text{ kJ mol}^{-1}$$

PROBLEMA 2.6
1A31

A superfície de um metal é irradiada com luz proveniente de uma amostra de gás de hidrogênio cujos átomos sofrem transições do estado n para o estado fundamental. A função trabalho do metal é metade da energia de ionização do átomo de hidrogênio.

1. A energia cinética máxima dos elétrons emitidos pelo metal é $E_k = \frac{E_1}{n^2} - \frac{E_1}{2}$
2. A função trabalho do metal é $\Phi = \frac{E_1}{2}$
3. A energia cinética máxima dos elétrons emitidos aumenta com o aumento da frequência da luz incidente no metal a partir da frequência mínima de emissão.
4. A energia cinética máxima dos elétrons emitidos aumenta com o aumento da pressão da amostra de hidrogênio.

Assinale a alternativa que relaciona todas 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, 3 e 3 | |

PROBLEMA 2.7
1A33

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 ao infravermelho (com comprimento de onda superior a 663 nm). Após passarem pela amostra, os fótons são detectados por sensores posicionados ortogonalmente ao feixe de luz.

Assinale a alternativa que mais se aproxima das energias dos fótons detectados.

- | |
|--|
| A 0,700 eV, 1,90 eV, 3,30 eV, 10,2 eV |
| B 0,900 eV, 1,40 eV, 1,90 eV, 3,30 eV |
| C 1 eV, 1,50 eV, 3,40 eV, 13,6 eV |
| D 1,90 eV, 2,60 eV, 2,90 eV, 3 eV |
| E 2,10 eV, 2,40 eV, 3,40 eV, 3,80 eV |

PROBLEMA 2.8
1A32

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

- Determine** a energia do fóton dessa emissão.
- Determine** a transição eletrônica correspondente a essa emissão.

PROBLEMA 2.9
1A34

Considere o modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio. O raio da órbita do estado fundamental é 53 pm, sendo 2200 kms^{-1} a velocidade do elétron nessa órbita. O tempo de vida médio de um elétron no primeiro estado excitado é de 10 ns.

Assinale a alternativa que mais se aproxima do número médio de revoluções efetuadas por um elétron no primeiro estado excitado do átomo de hidrogênio.

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| A 1×10^6 | B 8×10^6 | C 9×10^6 |
| D 4×10^7 | E 5×10^7 | |

PROBLEMA 2.10
1A35

Considere o modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio. Seja a_0 o raio da órbita do estado fundamental, m a massa do elétron, e a carga do elétron e ϵ_0 a permissividade do vácuo.

Assinale a alternativa com o período orbital para do n .

- | | |
|---|---|
| A $\frac{e}{4\pi a_0 n^3 \sqrt{\epsilon_0 m a_0}}$ | B $\frac{4\pi a_0 n^3 \sqrt{\epsilon_0 m a_0}}{e}$ |
| C $\frac{\pi a_0 n^3 \sqrt{\pi \epsilon_0 m a_0}}{e}$ | D $\frac{4\pi a_0 n^3 \sqrt{\pi \epsilon_0 m a_0}}{e}$ |
| E $\frac{e}{4\pi a_0 n^3 \sqrt{\pi \epsilon_0 m a_0}}$ | |

PROBLEMA 2.11
1A36

Um átomo de hidrogênio emite um fóton de energia 2,55 eV na transição entre dois estados estacionários. A razão entre as velocidades do elétron nesses estados é $1/2$.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da energia potencial do elétron no estado final.

- | | |
|-------------------|-------------------|
| A -13,6 eV | B -6,80 eV |
| C -4,50 eV | D -3,40 eV |
| E -1,50 eV | |

PROBLEMA 2.12
1A37

Considere um semiconductor com uma impureza de carga $+1$ atraindo um elétron. Devido a interações com os átomos da rede cristalina, o elétron no semiconductor possui massa igual a $m_r m_e$ sendo m_e é a massa de repouso do elétron e m_r uma constante adimensional. A permissividade relativa no meio semiconductor é ϵ_r .

Assinale a alternativa com a razão entre a energia de ionização da impureza e a energia de ionização do átomo de hidrogênio.

- | | | |
|-------------------------------------|---|-----------------------------------|
| A 1 | B $\frac{m_r}{\epsilon_r}$ | C $\frac{\epsilon_r}{m_r}$ |
| D $\frac{m_r}{\epsilon_r^2}$ | E $\frac{m_r \epsilon_r^2}{m_r}$ | |

Gabarito

3.1 Nível I

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

3.2 Nível II

1. Enxofre
2. 79 kK
3. **C**
4. a. 2080 kJmol^{-1}
b. 10 fótons
5. a. ?
b. 480 nm
6. **B**
7. **D**
8. a. 2,85 eV
b. $n = 5 \rightarrow n = 2$
9. **B**
10. **E**
11. **B**
12. **D**