

Modelo quântico

Instruções gerais:

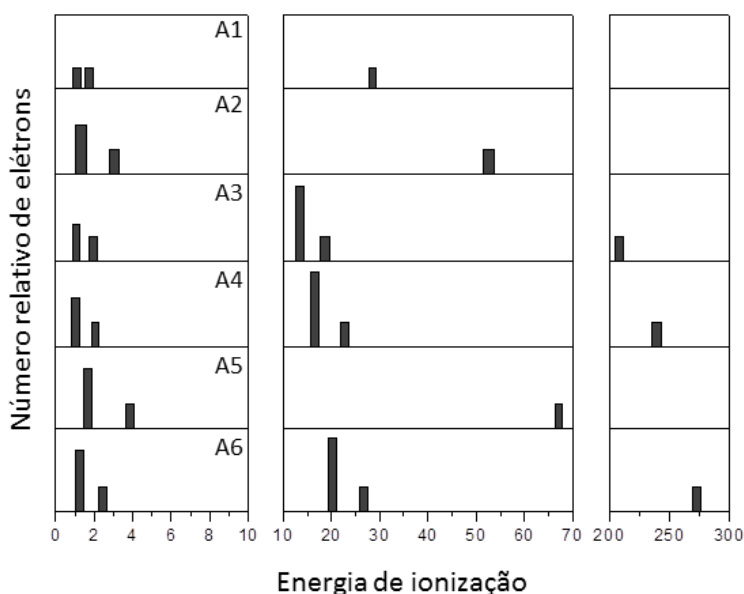
Essa atividade será iniciada no horário da aula de 18 de setembro de 2025, em grupos de até 3 pessoas. Ela tem como objetivo fornecer um momento para fixação dos conceitos discutidos em aula bem como para pesquisa e reflexão dos conceitos. Os grupos devem discutir cada tópico em conjunto e formular uma resposta única.

Questão 1. As propriedades ondulatórias da matéria foram descritas em 1924 pelo cientista francês Louis de Broglie. Ele propôs que toda matéria possui propriedades ondulatórias, cujo comprimento de onda (λ) pode ser descrito em função da massa (m) e da velocidade da partícula (v), além da constante de Planck (h), conforme a equação:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

Calcule o comprimento de onda de uma munição, de massa 5,0 g, disparada a uma velocidade de 1000 m.s^{-1} .

Questão 2. A Espectroscopia de fotoemissão é uma técnica experimental baseada no efeito fotoelétrico que permite medir as energias de ionização dos elétrons em átomos ou moléculas. A figura abaixo mostra o padrão completo (todos os elétrons envolvidos) do espectro para seis elementos químicos diferentes, identificados de A1 a A6, relacionando a energia de ionização com o número relativo de elétrons em cada energia. A unidade da energia e a escala de número relativo de elétrons foram propositalmente omitidas.

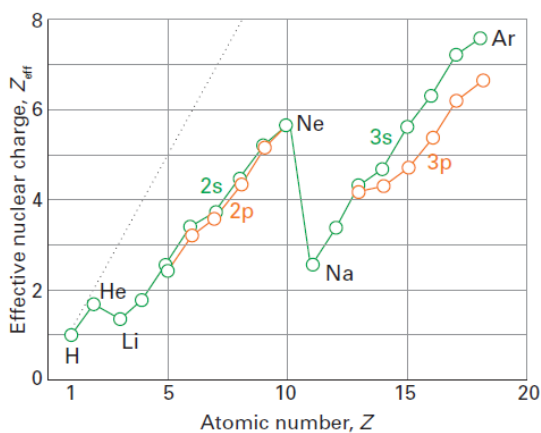


- Identifiquem quais elementos correspondem a A1 até A6, explicando os passos que vocês usaram para chegar a essa conclusão.
- Calculem a carga nuclear efetiva sentida pelo elétron da camada mais externa para os elementos A2 e A4. Demonstre os cálculos.
- O gráfico foi dividido em três partes distintas, com energias diferentes. Explique essa grande diferença.

Questão 3. Algumas soluções (A, B e C) para orbitais s ou p do átomo de hidrogênio estão listadas ao lado. Obtenha a quantidade de superfícies nodais desses a partir das componentes radiais das soluções e, a partir disso, diga a qual orbital pertence. Explique seu raciocínio.

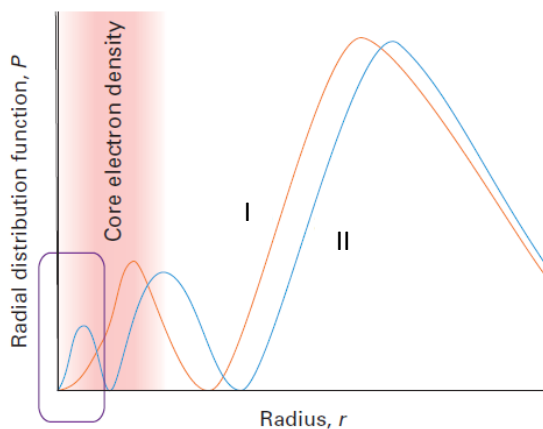
$$\begin{aligned} \text{A} &: \underbrace{\frac{1}{2\sqrt{2}} \left(\frac{Z}{a_0}\right)^{3/2} \left(2 - \frac{Zr}{a_0}\right) e^{-Zr/2a_0}}_{R_{nl}(r)} \underbrace{\left(\frac{1}{4\pi}\right)^{1/2}}_{Y_{l,ml}(\theta, \phi)} \\ \text{B} &: \frac{1}{2\sqrt{6}} \left(\frac{Z}{a_0}\right)^{3/2} \left(\frac{Zr}{a_0}\right) e^{-Zr/2a_0} \left(\frac{3}{4\pi}\right) \sin \theta \cos \phi \\ \text{C} &: \frac{2}{9\sqrt{3}} \left(\frac{Z}{a_0}\right)^{3/2} \left(3 - \frac{2Zr}{a_0} + \frac{2Z^2 r^2}{9a_0^2}\right) e^{-Zr/3a_0} \left(\frac{1}{4\pi}\right)^{1/2} \end{aligned}$$

Questão 4. Observe a figura abaixo, que correlaciona número atômico (Z) com carga nuclear efetiva (Z_{ef}), e responda às questões abaixo:



- A que corresponde a linha pontilhada mostrada no gráfico acima ($Z_{\text{ef}} = Z$)? Por que ele corresponde ao ponto do H, se aproxima do He, mas difere dos demais átomos?
- Proponha uma explicação para o comportamento diferenciado dos orbitais s e p e por que isso aumenta de $n = 2$ para $n = 3$.
- Discuta a aproximação que a regra de Slater faz para tratar os orbitais s e p.

Questão 5. Analisando o comportamento dos orbitais da camada de valência de um determinado átomo, temos o seguinte esquema, mostrado abaixo, correspondente aos orbitais ns e np .



- Descubra n e associe I e II a seu orbital correspondente, justificando sua escolha.
- Comente sobre a penetração de cada orbital na densidade eletrônica do núcleo.
- Supondo que esse elemento tem 6 elétrons na camada de valência, diga qual elemento é. Faça a distribuição eletrônica deste elemento.