

**Física para Ciências Biológicas - 2016**  
**Lista de Exercícios 5 C - Casa**  
**Data: Dezembro 2016**

*Todas as figuras encontram-se no final desta lista*

1. Na figura 1 são apresentados espectros de níveis eletrônicos ocupados das moléculas de água e metano, em eV, e um gráfico da medida experimental do potencial de ionização (IP) da molécula de metano por emissão de fótoelétrons.
  - (a) Quantos elétrons de valência tem a molécula de água? E quantos tem a molécula de metano? Quais os estados eletrônicos representados – valência, caroço? Qual o significado das flechas (para cima, para baixo) incluídas em cada nível do espectro?
  - (b) Explique o que significa serem as energias negativas, e relacione o espectro com a medida experimental no caso do metano.
  
2. Na figura 2 são apresentados espectros de níveis eletrônicos ocupados das moléculas de amônia ( $NH_3$ ) e metanol ( $CH_3OH$ ), em eV.
  - (a) Quantos elétrons de valência tem a molécula de amônia? E quantos tem a molécula de metanol? Estão representados níveis de caroço? Identifique-os.
  - (b) Quais os comprimentos de onda dos fótons incidentes para que se consiga promover a ionização de cada molécula?
  - (c) Na figura 3 estão ilustrados, para alguns níveis eletrônicos da molécula de amônia, os orbitais moleculares em termos de isosuperfícies (positiva/negativa). Relacione cada um dos orbitais ao diagrama de níveis, justificando sua resposta.

## Formulário:

$$\begin{aligned} \vec{F} &= m\vec{a} & \vec{P} &= m\vec{v} \\ v_x &= \frac{dx}{dt} & a_x &= \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} \\ v &= \omega R = \frac{d\theta}{dt}R & \frac{d^2x}{dt^2} &= -\omega^2x & \omega &= \sqrt{k/m} \\ x(t) &= A \cos(\omega t + \phi) + B & x(t) &= A \sin(\omega t + \phi) + B \\ \frac{df(g(x))}{dx} &= \frac{df}{dg} \frac{dg}{dx} & \frac{d}{dx} \alpha x^n &= \alpha n x^{n-1} \\ \frac{d}{dx} \sin(ax + b) &= a \cos(ax + b) & \frac{d}{dx} \cos(ax + b) &= -a \sin(ax + b) \\ \vec{F}_G &= \frac{GMm}{r^2} \hat{e} & \vec{F}_E &= -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{r^2} \hat{e} & \vec{p} &= q\vec{d} \\ \vec{F}_E &= q\vec{E} & \vec{E} &= -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{p}}{r^3} & \Phi_{(\text{sup})} &= \frac{Q_{(\text{int})}}{\epsilon_0} \\ W &= \int \vec{F} \cdot d\vec{r} & W &= \Delta K & W &= -\Delta U \\ K &= \frac{1}{2}mv^2 & U_g &= mgh & U_x &= \frac{1}{2}kx^2 \\ E_T &= K + U & V &= Ed & E &= \frac{\sigma}{\epsilon} \\ C &= \frac{Q}{V} & E &= pc & E &= hf \\ E_{\text{tot}} &= W + E_{\text{el}} & p &= h/\lambda & \Delta x \Delta p_x &\geq \hbar \\ -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \Psi(x, t) + V(x, t) \Psi(x, t) &= i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi(x, t) \\ -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \psi(x) + V(x) \psi(x) &= E\psi(x) \end{aligned}$$

$$P(x) = |\psi(x)|^2 \quad P(a-b) = \int_a^b P(x) dx$$

## Constantes Físicas Seleccionadas

$$\begin{aligned} G &= 6,67 \times 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2 & \epsilon_0 &= 8,85 \times 10^{-12} \text{C}^2/\text{Nm}^2 & 1/(4\pi\epsilon_0) &\approx 9 \times 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2 \\ m_e &= 9,109 \times 10^{-31} \text{kg} & e &= 1,6 \times 10^{-19} \text{C} & m_n &= 1,675 \times 10^{-27} \text{kg} \\ c &= 2,998 \times 10^8 \text{m/s} & h &= 6,626 \times 10^{-34} \text{J.s} = 4.136 \times 10^{-15} \text{eV.s} \\ a_0 &\approx 5,29 \times 10^{-11} \text{m} \\ M(C) &= 12g & M(O) &= 16g & M(H) &= 1g \\ A &= 6,02 \times 10^{23} \end{aligned}$$

## Unidades

$$\begin{aligned} 1\text{ml} &= 1\text{cm}^3 & 1\text{min} &= 60\text{s} & 1\text{cm/s} &= 0,036\text{km/h} \\ \text{Newton } 1\text{N} &= 1\text{kg.m/s}^2 & \text{Joule } 1\text{J} &= 1\text{N.m} & \text{Watt } 1\text{W} &= 1\text{J/s} \\ \text{Volt } 1\text{V} &= 1\text{J/C} & \text{Farad } 1\text{F} &= 1\text{C/V} & \text{Debye (não SI) } 1\text{D} &\simeq 3,33^{-30} \text{C.m} \\ 1\text{cm}^{-1} &= 1,24 \times 10^{-4} \text{eV} & 1\text{eV} &= 1,6 \times 10^{-19} \text{J} & 1\text{J} &= 0,624 \times 10^{19} \text{eV} \\ 1\text{pX} &= 10^{-12} \text{X} & 1\text{nX} &= 10^{-9} \text{X} & 1\mu\text{X} &= 10^{-6} \text{X} \\ 1\text{mX} &= 10^{-3} \text{X}, \forall \text{X} \end{aligned}$$

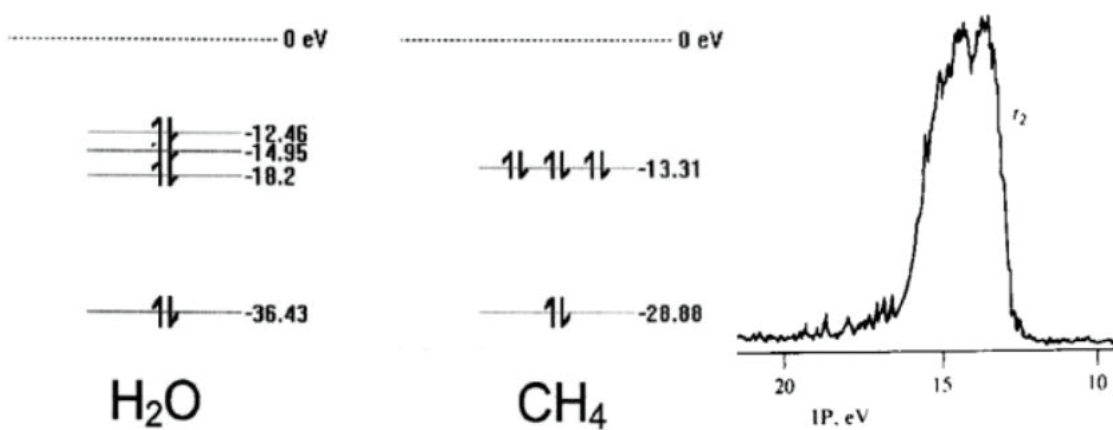


Figura 1: Níveis de energia ocupados para as moléculas de água e metano, e espectro experimental de emissão de fótoelétrons sobre a molécula de metano.

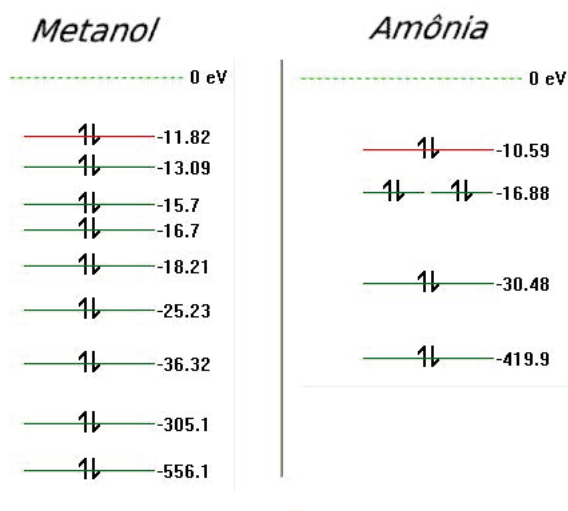


Figura 2: Níveis de energia ocupados para as moléculas de metanol e amônia.

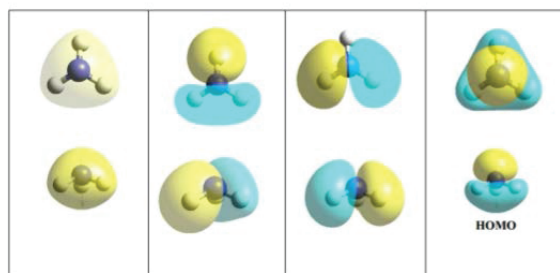


Figura 3: Representação de orbitais moleculares para a molécula de amônia.