

AST409

Lista de exercícios 04

1. Considere que a energia de dissociação do CO seja 11.1 eV. Qual a temperatura cinética mínima que uma nuvem de hidrogênio neutro deve possuir para que, em média, colisões do CO com moléculas de H possam ionizar o CO? A temperatura muda se considerarmos átomos de hidrogênio?

2. (Ex. 10.1 – Maciel) Uma expressão aproximada para a energia potencial de um estado ligado de uma molécula diatômica em uma dada configuração eletrônica é o potencial de Morse, dado por

$$E_p(r) = D \left[1 - e^{-a(r-r_0)} \right]^2$$

onde D , a e r_0 são constantes definidas para cada molécula. (a) Faça um gráfico de 0 em função de r , adotando $D = 4,48$ eV, $a = 2$ e $r_0 = 0,74$ Å. (b) Mostre que a função $E_p(r)$ tem um mínimo para $r = r_0$, que é interpretado como a separação de equilíbrio. (c) Mostre que $E_p(r) \rightarrow D$ para $r \rightarrow \infty$. Qual a interpretação de D ? (d) O que acontece para $r \rightarrow 0$?

3. (Ex. 10.2 – Maciel) A separação internuclear de equilíbrio da molécula CS é 1,535 Å. Qual é o comprimento de onda da transição rotacional correspondente a $J = 1 \rightarrow 0$?

4. (Ex. 10.3 – Maciel) Um molécula de hidrogênio em seu estado fundamental absorve um fóton ultravioleta com comprimento de onda $\Theta = 1.000$ Å. Após a excitação, a molécula se dissocia com a emissão de um fóton de comprimento de onda $\Theta = 1.700$ Å. Considerando que a energia de dissociação da molécula é $D = 4,48$ eV, qual é a energia cinética média de cada átomo de H?

5. (Ex. 10.5 - Maciel) Mostre que, em ordens de grandeza, a equação (10.42) pode ser escrita na forma (10.38). (A numeração referem-se às expressões do livro do Maciel.)

6. Calcule a densidade volumétrica do hidrogênio molecular de uma nuvem onde a temperatura de brilho do CO é 2 K, constante ao longo de um intervalo de velocidades radiais de 20 km s⁻¹. Considere um valor médio para X_{CO} (proporção entre densidade colunar de hidrogênio molecular e intensidade do CO) igual a $4 \cdot 10^{20}$ cm⁻² K⁻¹ (km/s)⁻¹. Considere também que a razão entre a densidade colunar de CO e H² é da ordem de 10⁴ e que a região tem uma dimensão de 1 pc.

7. Dada que o comprimento de onda central da linha referente à transição $J=0 \rightarrow 1$ do CO é 2,6mm, calcule o comprimento de onda para a transição $J=1 \rightarrow 2$. Já a transição $v=0 \rightarrow 1$ ocorre em 4,6 I m, qual o comprimento de onda para a transição $v=1 \rightarrow 2$. Existem as linhas referentes às transições $J=0 \rightarrow 2$ e $v=0 \rightarrow 2$?

8. Qual a diferença, em km/s, entre as transições rotacionais $J=1-0$ das seguintes moléculas: ¹²CO (115 271.205 MHz), ¹³CO (110 201.370 MHz) e C¹⁸O (109 782.173 Mhz)? Qual a largura dessas linhas devida a uma temperatura de 20K? Considerando que as larguras observadas são da ordem de 1 a 5 km/s, responda: (a) qual a contribuição do movimento cinético das moléculas para o alargamento observado? (b) existe superposição entre essas bandas nos espectros observados?