

1. Midlere de Broglie-bølgelengde for HCl-gass ved 100 K, der atomære masser er hhv 1.008u og 35.453u, dvs midlere molekylmasse 36.461u:

$$\lambda = h/\sqrt{3mk_BT} \simeq 42 \text{ pm}$$

2. Hvilleenergi for zirkoniumkjerne med 90 nukleoner:

$$E_0 = mc^2 = 90u \cdot c^2 = 84 \text{ GeV}$$

3. v/c for kjerne med 197 nukleoner og kinetisk energi 4.0 GeV: Fra $E = K + mc^2$ og $E = \gamma mc^2$ følger det at

$$v/c = \sqrt{1 - (mc^2/(K + mc^2))^2},$$

som med $mc^2 = 197u \cdot c^2 = 184 \text{ GeV}$ blir ca 0.21.

4. λ for He-atom med masse 4u og kinetisk energi 7.47 meV:

$$\lambda = h/p = h/\sqrt{2mK} = 166 \text{ pm}$$

5. Dette er et hydrogenlignende system, med 1 elektron bundet til en kjerne med 12 protoner. Energienivåene skalerer med faktoren $(Z/n)^2$, der Z er atomnummeret og n er hovedkvantetallet, dvs $n = 2$ for 1. eksiterte tilstand. Dermed: E_2 for Mg^{11+} er $-13.6 \text{ eV} \cdot (12/2)^2 = -490 \text{ eV}$.

6. λ for overgangen 5p til 1s i Sr^{37+} :

$$\lambda = hc/\Delta E = hc/(E_5 - E_1) = 65.6 \text{ pm},$$

siden $E_n = -13.6 \text{ eV} \cdot (Z/n)^2$ og $Z = 38$.

7. λ til utsendt foton for overgangen fra 3. til 2. eksiterte tilstand i 1D boks med bredde L (og med elektron som partikkel):

$$\lambda = hc/\Delta E = hc \cdot (8m_e L^2/h^2)/(16 - 9) = 8m_e c L^2/7h.$$

8. $P(|x| < L/9)$ i 1. eksiterte tilstand $\psi_2(x) = \sqrt{2/L} \sin(2\pi x/L)$:

$$P = \frac{2}{L} \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} \int_0^{L/9} (1 - \cos(4\pi x/L)) dx = 2/9 - (1/2\pi) \sin(4\pi/9) = 0.065.$$

9. Forventningsverdien til E/E_1 med $c_1 = 8/9$, $c_3 = 4/9$ og $c_5 = 1/9$:

$$\langle E/E_1 \rangle = 1 \cdot (8/9)^2 + 9 \cdot (4/9)^2 + 25 \cdot (1/9)^2 = 2.88$$

10. Når figuren viser en $\psi(x)$ som er antisymmetrisk med 3 nullpunkter, er det klart at det er 3. eksiterte tilstand det handler om. Dermed er energien ca -3.5 eV, kanskje en tanke lavere. (I realiteten, med 2 desimaler, er energien -3.53 eV.)

11. Med 6 elektroner har vi 2 elektroner i hver av de 3 nederste energinivåene. De to mest energirike elektronene har da energi ca -5.5 eV, så fotonet må ha energi minst ca 5.5 eV for å løsrive et elektron fra atomet.

12. Fra figuren ser vi her at $\lambda = 1/6 \text{ nm}$, dvs kinetisk energi er $K = h^2/2m_e \lambda^2 = 53.7 \text{ eV}$. Dermed, siden potensialet er $V = -8 \text{ eV}$, er total energi $E = 45.7 \text{ eV}$.

13. Treghetsmomentet er $I = 2md^2$, der m er 16u og d er 116.3 pm. Rotasjonsenergiene er $K_{\text{rot}} = l(l+1)\hbar^2/2I$. En overgang fra en tilstand med $l = 2$ til en tilstand med $l = 1$ gir da

$$E = \Delta K_{\text{rot}} = 192 \mu\text{eV}.$$

14. Bånd 1: 0-9 nullpunkter, bånd 2: 10-19 nullpunkter, bånd 3: 20-29 nullpunkter. Her har vi 18 nullpunkter, som er en tilstand i bånd nr 2.

15. På øyemål anslår vi at $E_1 \simeq -185$ meV og at $E_2 \simeq -138$ meV. Da er $\Delta E \simeq 47$ meV og $\lambda = hc/\Delta E \simeq 26 \mu\text{m}$.