

- [1] W cząsteczce HBr proton (jon H^+) o masie $m_p = 1,67 \times 10^{-27}$ kg wykonuje drgania harmoniczne o częstotliwości $\nu = 1 \times 10^{14}$ Hz. Cięższy jon Br traktujemy jak nieruchomy. Oblicz energię drgań zerowych tego oscylatora kwantowego. Traktując cząsteczkę jak oscylator klasyczny oblicz amplitudę drgań protonu, przy której energia jest równa energii drgań zerowych.
- [2] Sprawdź, czy funkcja falowa $y(x) = Ax \exp(-bx^2)$ spełnia równanie Schrödingera oscylatora harmonicznego. Wyraż stałą b przez masę m i częstość drgań ω oscylatora. Jaka jest energia oscylatora w stanie opisywanym przez tę funkcję falową? Czy jest to stan podstawowy oscylatora harmonicznego?
- [3] Narysuj schemat poziomów energii oscylatora harmonicznego. Podaj wyrażenie na dozwolone wartości energii. Jeśli atom w cząsteczce wykonuje drgania o częstotliwości $\nu = 2 \times 10^{14}$ Hz to jaka energia jest potrzebna do wzbudzenia drgania?
- [4] Wyrażenie na poziomy energii atomu wodoru można zapisać w postaci $E_n = (-13,6 \text{ eV})/n^2$. Zapisz wzór na długość fali trzeciej linii widmowej w serii Lymana (przejście z poziomu $n_1 = 4$ do $n_2 = 1$) i oszacuj jej wartość.
- [5] Wiedząc, że na energię całkowitą składa się energia kinetyczna ($E_k = mv^2/2$) i energia potencjalna ($E_p = -q^2/(4 \pi \epsilon_0 r)$) elektronu wyprowadź wyrażenie na energię całkowitą elektronu w atomie wodoru wg. modelu Bohra. Czy wartość ta jest dodatnia czy ujemna? Dlaczego?