

# Wstęp do Optyki i Fizyki Materii Skondensowanej 2020/21 (40 punktów)

## Zadanie 2.1

Jak w jednowymiarowej studni potencjału współczynniki Einsteina A i B (patrz slajdy z wykładu 2.) dla przejść  $n \rightarrow n - 1$  zależą od długości  $L$  tej studni? Znormalizowane funkcje falowe w takiej studni to:

$$\Psi_n = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right).$$

(10 punktów)

## Zadanie 2.2

Wyznacz wartość liczbową (w GHz) rozszczepienia struktury nadsubtelnej wodoru w stanie  $|n, I, L, S\rangle = |1, 1/2, 0, 1/2\rangle$ . Wszystkie niezbędne dane znajdziesz na slajdach z wykładu 4. (oprócz wartości stałych fizycznych, które musisz odszukać w literaturze). Porównaj otrzymany wynik z powszechnie przyjętą wartością pochodzącą z pomiarów. (10 punktów)

## Zadanie 2.3

Cząstka poruszająca się w potencjale centralnym ma orbitalny moment pędu  $l = 2\hbar$  oraz spin  $s = 1\hbar$ . Znajdź poziomy energetyczne i odpowiadające im degeneracje wynikające z oddziaływania spin-orbita opisanego członem  $\hat{H}_{s-o} = A\hat{L}\hat{S}$ , gdzie  $A$  jest stałą. Uzasadnij swoje rozumowanie. (10 punktów)

## Zadanie 2.4

Rozważmy pewien hipotetyczny jon wodoropodobny powstały z przyłączenia mionu (spin  $1/2$ ) do jądra atomu ołowiu ( ${}_{82}\text{Pb}$ ,  $Z = 82$ ). Dla głównej liczby kwantowej  $n = 2$  wyznacz różnicę energii pomiędzy stanami  $S_{1/2}$  oraz  $P_{3/2}$  i wyraż ją w jednostkach długości fali. Przyjmij, że masa  $m_\mu$  mionu jest zaniebdywalnie mała w stosunku do masy jądra. Zwróć uwagę na konieczność modyfikacji równań z wykładu wynikającą z ładunku jądra ( $Z \neq 1$ ) i masy mionu ( $m_\mu \neq m_e$ ). (10 punktów)