

Stara Teoria Kwantów*

Maciej J. Mrowiński

15 lutego 2012

★ **Zadanie STK1**

Korzystając z reguł kwantowania Wilsona-Sommerfelda znajdź dopuszczalne wartości energii dla swobodnej cząstki o masie m poruszającej się w jednowymiarowej, nieskończonej studni potencjału o szerokości a .

$$\text{Odpowiedź: } E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2 n^2}{2ma^2}$$

★ **Zadanie STK2**

Korzystając z reguł kwantowania Wilsona-Sommerfelda znajdź dopuszczalne wartości energii dla swobodnej cząstki o masie m poruszającej się w prostopadłościennym pudełku o bokach $a \times b \times c$.

$$\text{Odpowiedź: } E_{n_x, n_y, n_z} = \frac{\hbar^2}{8m} \left(\frac{n_x^2}{a^2} + \frac{n_y^2}{b^2} + \frac{n_z^2}{c^2} \right)$$

★ **Zadanie STK3**

Korzystając z reguł kwantowania Wilsona-Sommerfelda znajdź dopuszczalne wartości energii dla doskonale elastycznej piłki o masie m odbijającej się od podłogi w polu grawitacyjnym.

$$\text{Odpowiedź: } E_n = \left(\frac{2}{32} m g^2 \hbar^2 n^2 \right)^{\frac{1}{3}}$$

★ **Zadanie STK4**

Korzystając z reguł kwantowania Wilsona-Sommerfelda znajdź dopuszczalne wartości energii dla cząstki o masie m , na którą działa siła harmoniczna: $F(x) = -m\omega^2 x$ (gdzie ω to stała częstość kołowa drgań).

$$\text{Odpowiedź: } E_n = \omega \hbar n$$

*Skompilowane z wielu źródeł. Tylko do użytku na zajęciach.

* **Zadanie STK5**

Korzystając z reguł kwantowania Wilsona-Sommerfelda znajdź dopuszczalne wartości energii dla cząstki o masie m poruszającej się po okręgu o promieniu a ze stałą prędkością kątową.

Odpowiedź: $E_n = \frac{\hbar^2 n^2}{2ma^2}$

* **Zadanie STK6**

Korzystając z reguł kwantowania Wilsona-Sommerfelda skwantuj całkowity moment pędu i składową pędu w kierunku osi Z dla układu składającego się z jądra o całkowitym ładunku $-Ze$ i orbitującego wokół niego elektronu o ładunku e . Załóż, że pomiędzy atomem a elektronem oddziałuje siła o potencjale $V(r) = -Ze^2/r$, gdzie r to długość wektora łączącego elektron z jądrem.

Odpowiedź: $p = \frac{l\hbar}{2\pi}$, $l = 1, 2, \dots$; $p_z = \frac{m\hbar}{2\pi}$, $m = \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$

* **Zadanie STK7**

Wyznacz rozkład Plancka, czyli spektralną gęstość energii $u(\nu, T)$ (ilość energii promieniowania cieplnego przypadającego na jednostkę częstotliwości i objętości) dla ciała doskonale czarnego. Załóż, że w stanie równowagi energię drgań (modów promieniowania) opisuje rozkład Boltzmana, a sama energia jest skwantowana w następujący sposób: $E_n = h\nu$ (jest to kwantowanie oscylatora harmonicznego - patrz zadanie STK4).

Odpowiedź: $u(\nu, T) d\nu = \frac{8\pi h}{c^3} \frac{\nu^3}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} d\nu$