

**Zadanie 6.1.** Wyprowadź relację dyspersji (równanie (6.7)) zakładając równanie falowe o postaci:

a)  $u_n = A \exp[i(kna - \omega t)]$

b)  $u_n = A \cos(kna - \omega t)$

**Podpowiedź:**

$$1 - \cos \alpha = 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}$$

$$\cos x + \cos y = 2 \cos \frac{x+y}{2} \cos \frac{x-y}{2}$$

**Zadanie 6.2.** Przelicz relację dyspersji dla przybliżenia długofalowego:  $k \approx 0 \Rightarrow \lambda \gg a$ , a następnie na jej podstawie wyznacz prędkość fazową  $v_f$  dla takiego przypadku.

**Zadanie 6.3.** Wyprowadź liczbę dozwolonych wartości  $k$  dla okresowych warunków brzegowych.

**Zadanie 6.4.** Wyprowadź relację dyspersji dla sieci dwuatomowej (równanie (6.15)). **Wskazówka:** otrzymany w zadaniu układ równań ruchu będzie miał rozwiązanie nietrywialne, jeśli wyznacznik główny równania jest równy 0

**Zadanie 6.5.** Oblicz minimalną i maksymalną wartość  $\omega^2$  dla gałęzi optycznej i akustycznej.