

7 DYNAMIKA ATOMÓW W KRYSZTALE

Zadanie 7.1

Ciężarek o masie M przyczepiony za pośrednictwem dwu sprężyn do sztywnych ścianek, ślizga się bez tarcia po poziomej powierzchni. Każda ze sprężynek ma masę równą zero, współczynnik sprężystości k i długość swobodną l_0 . W położeniu równowagi długość każdej ze sprężyn wynosi l . Policzyc częstotść drgań układu.

Zadanie 7.2

Klocek o masie M zamocowano między dwiema sprężynami o takich samych długościach swobodnych l_0 i różnych współczynnikach sprężystości k_1 i k_2 . Szerokość klocka jest zanedbywalnie mała w porównaniu z odległością między punktami zamocowania sprężyn, która wynosi $L > 2l_0$. W pewnej chwili spoczywającemu klocekowi nadano prędkość v . Znaleźć zależność położenia klocka od czasu, jeżeli porusza się on bez tarcia.

Zadanie 7.3

Dwa ciężarki o masach M ślizgają się po idealnie gładkim stole. Ciężarki te są połączone wzajemnie oraz z nieruchomymi ściankami przy pomocy trzech identycznych nieważkich sprężyn o współczynniku sprężystości K . Policzyc częstotści drgań sprężyn.

Zadanie 7.4

Kulka o masie m zamocowana między dwiema sprężynami porusza się pionowo, bez tarcia, po pręcie AA' . Sprężyny mają długość swobodną l_0 i stałą sprężystości k . Odległość pręta od punktu zaczepienia każdej ze sprężyn wynosi $a > l_0$. Pomijając oddziaływanie grawitacyjne, w przybliżeniu harmonicznym, znaleźć częstotść drgań kulki.

Zadanie 7.5

Klocek o masie M zamocowany między dwiema sprężynami o współczynnikach sprężystości k może ślizgać się po stole. Współczynnik tarcia wynosi μ . Klocek wychylono z położenia równowagi na odległość A_0 i puszczono. Znaleźć amplitudę A_n , na jaką klocek oddali się od położenia równowagi po n -krotnym przejściu przez to położenie. Założyć, że siła tarcia nie zależy od wartości bezwzględnej prędkości.

Zadanie 7.6

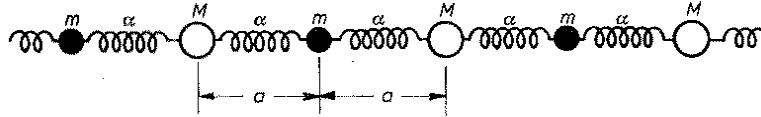
Policzyc częstotść drgań jednowymiarowej monoatomowej sieci. Masa jonów sieci wynosi M a oddziaływania zachodzą pomiędzy najbliższymi sąsiadami. Współczynnik oddziaływania pomiędzy jonami wynosi K . Policzyc częstotść drgań sieci.

Zadanie 7.7

Policzyc częstotść drgań jednowymiarowej dwuatomowej sieci. Masa jonów sieci wynosi M_1 i M_2 a oddziaływania zachodzą pomiędzy najbliższymi sąsiadami. Współczynnik oddziaływania pomiędzy jonami wynosi K . Policzyc częstotść drgań sieci.

Zadanie 7.8

Rozważyć nieskończony układ kulek o masach równych na przemian m i M ($M > m$), rozmieszczonych w równych odległościach a od siebie i połączonych sprężynkami o stałej sprężystości równej α , przedstawiony na rysunku.

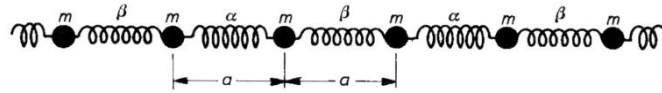


a) Wyprowadzić i narysować związek dyspersyjny $\omega(k)$ dla fal podłużnych w tym układzie. b) Podać zakres dozwolonych częstości drgań dla fal z przedziału $k = (0; \pi/2a)$. c) Udowodnić, że w przypadku małych wartości wektora falowego k otrzymujemy następujące związki dyspersyjne:

$$\omega^2 = 2\alpha\left(\frac{1}{m} + \frac{1}{M}\right) \quad \omega^2 = \frac{2\alpha}{m+M}k^2 a^2$$

Zadanie 7.9

Rozważyć nieskończony układ kulek o masach m rozmieszczonych w równych odległościach a od siebie i połączonych sprężynkami o stałych sprężystości równych na przemian α i β ($\alpha > \beta$), przedstawiony na rysunku. Znaleźć związek dyspersyjny $\omega(k)$ dla fal podłużnych w tym układzie.



Zadanie 7.10

Policzyć częstość drgań dla sieci liniowej o parametrze sieci a , zawierającej w komórce dwa jednakowe atomy o masach M , których odległość w położeniach równowagi $D < 1/2a$. Ograniczyć się do oddziaływania pomiędzy najbliższymi sąsiadami.

Zadanie 7.11

Udowodnić, że w przypadku sieci kwadratowej równanie ruchu spełnione jest jeśli:

$$\omega^2 M = 2C(2 - \cos K_x a - \cos K_y a)$$

ograniczyć się do oddziaływania pomiędzy najbliższymi sąsiadami. Stałe siłowe wynoszą C .