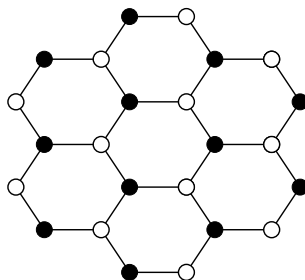


## 2. KOLOKVIJ IZ FIZIKE TRDNE SNOVI

14. junij 2011

1. Obravnavaj mrežna nihanja ravninske mreže, prikazane na sliki. Mirovne lege atomov tvorijo satovje, masa črnih atomov je  $M_1$ , belih pa  $M_2$ . Najbližji sosedi so povezani z vzmetmi s koeficientom raztezka  $K$ . Predpostavi, da so vzmeti prednapete, torej da je dolžina neraztegnjene vzmeti  $a_0$  manjša od razdalje med sosednjimi atomi  $a$ . Obravnavaj samo nihanja, pri katerih so odmiki pravokotni na ravnino mreže.



- (a) Določi primitivno celico mreže in bazo.
  - (b) Za eno od vzmeti zapiši njeno energijo v odvisnosti od odmikov obeh atomov iz mirovne lege ter jo razvij do kvadratnega reda v odmikih. Iz izraza preberi efektivni koeficient raztezka vzmeti.
  - (c) Zapiši enačbe gibanja za majhne odmike iz ravnovesnih leg.
  - (d) Izračunaj lastne frekvence mrežnih nihanj v središču prve Brillouinove cone.
  - (e) Izračunaj kotno odvisnost hitrosti zvoka.
  - (f) Kakšen je prispevek takih nihanj k nizkotemperaturni specifični toploti kristala?
2. Obravnavaj enodimenzionalno Heisenbergovo verigo atomov s spinom  $1/2$ . Sklopitev med najbližjimi sosedi je feromagnetna, med drugimi najbližjimi sosedi pa antiferomagnetna:

$$H = -J \sum_n \mathbf{S}_n \cdot \mathbf{S}_{n+1} + J' \sum_n \mathbf{S}_n \cdot \mathbf{S}_{n+2}.$$

Upoštevaj, da je  $J > J' > 0$ . Razdalja med sosednjimi atomi je  $a$ .

- (a) Izračunaj temperaturo prehoda v feromagnetno ureditev v približku povprečnega polja.
- (b) V približku povprečnega polja obravnavaj prehod v modulirano ureditev, kjer je  $\langle \mathbf{S}_n \rangle = \langle \mathbf{S}_0 \rangle \cos(nka)$ . Pri katerih vrednostih  $J'$  je temperatura prehoda v modulirano ureditev ( $k \neq 0$ ) višja od temperature prehoda v homogeno fazo ( $k = 0$ )?