

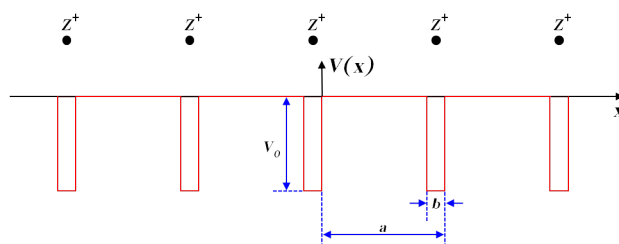
Inlämning senast fredag 5.5 kl. 16:00.

## Supraledning

1. Rekordet för högsta supraledande temperaturen innehavs för tillfället av  $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+\delta}$  med  $T_c = 138$  K. Det finns dock rapporter om ämnen med ännu högre kritiska temperaturer. Hitta åtminstone ett exempel och ange källa.
2. Tenn (Sn) har den kritiska temperaturen  $T_c = 3,7$  K och  $B_c = 30,6$  mT vid  $T = 0$ . Beräkna den kritiska strömmen i en tenn-tråd med diametern 1 mm vid  $T = 0,3$  K. Kommentera resultatets magnitud.

## Elevernas uppgifter. Egna uppgifter behöver inte räknas.

3. Ett pulver-röntgenexperiment har gjorts på molybden. Vilken/vilka vinklar (i grader) är inte möjliga att få från molybden-provet då röntgenstrålningen hade en våglängd på  $1,23\text{\AA}$ ?
  - a 32.1
  - b 39.5
  - c 51.8
  - d 76.3
4. Visa att  $sp^2$ -hybridiseringens vågfunktioner är de som ges i föreläsninganteckningarna (kap. 9. sid. 83).
5. **Kronig-Penney modellen**



Figur 1: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=27150761>

Betrakta den rektangulära periodiska potentialen i figuren ovan. En period av potentialen kan delas upp i två regioner:

$$0 < x < a - b$$

$$-b < x < 0$$

Om vi antar  $E > 0$  utanför potentialbrunnen får vi två vågekvationer:

$$-\frac{\hbar}{2m}\psi_1''(x) = E\psi_1(x)$$

$$-\frac{\hbar}{2m}\psi_2''(x) = (E + V_0)\psi_2(x)$$

Var vågfunktionerna kan skrivas som:

$$\psi_1(x) = \psi(0 < x < a - b) = Ae^{i\alpha x} + A'e^{-i\alpha x}$$

$$\psi_2(x) = \psi(-b < x < 0) = Be^{i\beta x} + B'e^{-i\beta x}$$

Använd Bloch's teorem och kontinuitetsvillkoren

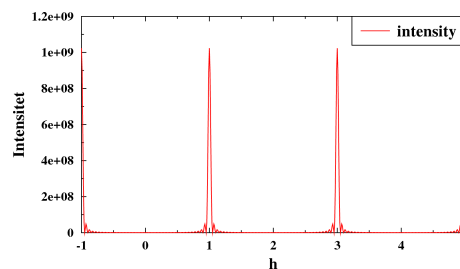
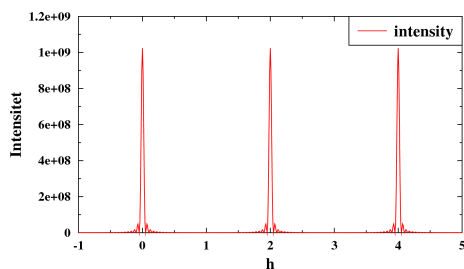
$$\psi_1(0) = \psi_2(0) , \quad \psi_1'(0) = \psi_2'(0)$$

$$u(-b) = u(a - b) , \quad u'(-b) = u'(a - b)$$

för att komma fram till ett ekvationssystem som kan skrivas i formen

$$M \begin{pmatrix} A \\ A' \\ B \\ B' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Var  $M$  är en  $4 \times 4$  matris



6. I figurerna ovan syns exempelgrafer från räkneövning 3 uppgift 3 b) och c). Figuren till vänster är grafen för 3 b) medan grafen till höger är grafen för 3 c) (Det kan löna sig att läsa genom räkneövning 3 uppgift 3 för att påminna sig själv om vad som gjordes).

Graferna beskriver intensitetspikarna för röntgendiffraktion i ett FCC-gitter bestående av  $N_x = N_y = N_z = 20$  enhetsceller.

a) Hur skulle pikarnas positioner i graferna ovan ändras för ett BCC-gitter med lika många enhetsceller? (3 poäng)

b) Var skulle pikarna positioneras för en likadan graf för ett BCC-gitter med lika många enhetsceller, om man låter  $\mathbf{K} = \frac{2\pi}{a}(h, k, l)$  variera från punkten  $\frac{2\pi}{a}(-1, 2, 1)$  till punkten  $\frac{2\pi}{a}(5, 2, 1)$ ? (3 poäng)