

Tentamen i **FYSIK E del II** för E2

Lärare: Stig-Åke Lindgren, tel 7723346

Hjälpmedel: Valfri kalkylator och ett A4-blad med egenhändigt framställda anteckningar, Beta, Physics Handbook, TEFYMA eller motsvarande gymnasietabell

Rättningsprotokollet anslås senast 2000-01-05

Granskning: 2000-01-10 kl. 12-13 i rum 3017, Kurshuset, Fysik.

- 
1. Nedanstående diagram visar hur diffrakterad intensitet av fotoner beror av spridningsvinkeln,  $2\theta$ , för ett kiselprov i pulverform (strukturdata för Si finns tex i avsnitt T-7.3 på sid 112 i Physics Handbook; tillåtna reflexer: se sista sidan).

Som framgår av figuren observeras de fyra minsta spridningsvinklarna vid  $30^\circ$ ,  $49^\circ$ ,  $58^\circ$  och  $72^\circ$ .

a) Om man i stället för fotoner skulle ta upp ett diffraktogram med neutroner, vilken hastighet måste då neutronerna ha för att ge samma spridningsvinklar som i figuren ovan? (2p)

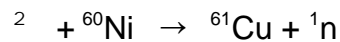
b) Till vilket värde skall hastigheten hos neutronerna ändras för att den fjärde Braggreflexen (den som i diagrammet ovan återfinns vid  $72^\circ$ ) skall hamna vid en avböjningsvinkel,  $2\theta$ , som är  $160^\circ$  (vilket är den högsta avböjningsvinkel som kan detekteras i experimentet)? (2p)

2. En  $\pi^0$ -meson kan förintas och sönderfalla i två fotoner. Då en meson som befinner sig i vila sönderfaller observeras att den ena fotonen får energin 67,5 MeV.

I ett visst experiment observerades ett sönderfall då en  $\pi^0$ -meson rörde sig med hög hastighet i laboratoriet. För den ena fotonen som hade samma rörelseriktning som den ursprungliga mesonen uppmättes energin till 99 MeV.

Bestäm  $\pi^0$ -mesonens hastighet före sönderfallet. (4p)

3.  $^{61}\text{Cu}$  kan produceras genom bestrålning av  $^{60}\text{Ni}$  med neutroner i en accelerator



$^{61}\text{Cu}$  är radioaktiv och sönderfaller sedan spontant genom  $\beta^+$ -sönderfall till  $^{61}\text{Ni}$ .  
Skriv ner sönderfallsformeln och beräkna därefter maximala kinetiska energin hos  $\beta^+$ -partikeln när sönderfallet sker till ett exciterat tillstånd i  $^{61}\text{Ni}$  som ligger 0,66 MeV över grundtillståndet.

Tabellerade atommassor för  $^{61}\text{Cu}$  och  $^{61}\text{Ni}$  är 60,933462 u resp. 60,931057 u. (4p)

4. Betrakta en endimensionell kristall med gitterkonstant  $a$ . Antag att dispersionsrelationen (dvs hur energin beror av vågvektorn,  $k$ ) för elektronerna ges av

$$E(k) = \frac{\hbar^2}{ma^2} \cdot \left[ \frac{7}{8} - \cos(ka) + \frac{1}{8} \cdot \cos(2ka) \right]$$

a) Skissa bandet i 1:a Brillouinzonen och beräkna därefter elektronernas effektiva massa dels vid botten och dels vid toppen av bandet. (var noga med hur du ritat bandet vid zongränserna) (1p+2p)

b) Hur stor är elektronernas (grupp-)hastighet vid botten respektive toppen av bandet? (1p)

5. I en tänkt frielektronliknande metall (strukturen = ytcentrerat kubiskt gitter (fcc) med en atom per gitterpunkt) är Fermivåvektorn,  $k_F = 1,3 \cdot 10^{10} \text{ m}^{-1}$  och når precis fram till närmsta Brillouinzonegräns (antag att den periodiska potentialen är mycket svag så att Fermisfären är rund).

a) Hur många elektroner bidrar varje atom med till mängden av alla ledningselektroner i metallen (svaret behöver alltså ej vara ett heltal)?

b) Hur stor är gitterkonstanten?

c) Hur stor är kvoten mellan volymen av Fermisfären och 1:a Brillouinzone?

d) När en av metallytorna belyses med ljus med våglängden 3100 Å emitteras elektroner som utanför metallen har kinetiska energier upp till 0,5 eV. Hur högt är det potentialsteg vid ytan som dessa fotoemitterade elektroner har övervunnit? (4p)

(Ledning: Reciproka gittret till ett fcc gitter (med gitterkonstant =  $a$ ) är ett bcc-gitter (med gitterkonstant =  $4/a$ )).

