

# Tentamen i Subatomär fysik, F3

Tid: ~~Lördag 7/1~~ <sup>Frödag 15/1</sup> 2006  
Hjälpmedel: Physics Handbook (med nuklidkarta), räknedosa.  
Poäng: Totalt 75 (100) poäng.  
Frågor: Björn Jonson, tel 0705 862649

1.  $^{238}\text{U}$  startar en sönderfallskedja som efter ett antal  $\alpha$  och  $\beta$  sönderfall slutligen når den stabila isotopen  $^{206}\text{Pb}$ . I ett prov av uranmalm finner man att förhållandet mellan antalet bly och urankärnor är

$$N(^{206}\text{Pb})/N(^{238}\text{U}) = 0.0058.$$

Använd detta värde för att bestämma malmens ålder. Antag att allt  $^{206}\text{Pb}$  kommer från sönderfallet av  $^{238}\text{U}$ .

$$(T_{1/2} (^{238}\text{U}) = 4.468 \cdot 10^9 \text{ år}) \quad (10 \text{ p})$$

2. Den radioaktiva isotopen  $^{52}\text{Ti}$  ( $T_{1/2} = 1.7 \text{ min}$ ) sönderfaller via  $^{52}\text{V}$  ( $T_{1/2} = 3.75 \text{ min}$ ) till stabilt  $^{52}\text{Cr}$ . Antag att man har ett preparat bestående av  $1 \mu\text{g}$  rent  $^{52}\text{Ti}$ . Beräkna antalet  $^{52}\text{Cr}$  isotoper efter 6 minuter.

(15 p)

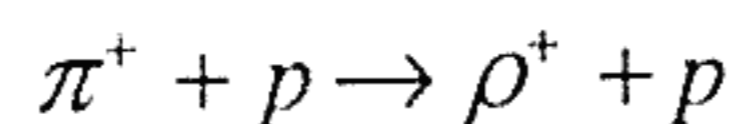
3. Visa att tröskelenergin för den inkommande partikeln vid en kärnreaktion  $X(a,b)Y$  med  $Q < 0$  är

$$T_{th} = (-Q) \frac{m_Y + m_b}{m_Y + m_b - m_a}$$

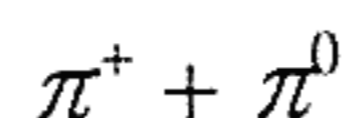
där  $m_a$ ,  $m_b$  och  $m_Y$  massorna för inkommande partikel a, reaktionsprodukterna b och Y.

(15 p)

4.  $\rho^+$  mesonen kan bildas i en pion-kärn kollision. Den sönderfaller sedan till  $\pi^+$  och  $\pi^0$  enligt



↓



Reaktionen kan också gå direkt till  $p\pi^+ \pi^0$  utan att bilda  $\rho^+$ . Beskriv hur man kan skilja en reaktion med produktion av  $\rho^+$  från den direkta reaktionen.

(10 p)

5. Beskriv huvuddragen i kvarkmodellen för mesoner och baryoner. Baryoner med spinn  $3/2$  kan placera in i ett diagram där ena axeln utgörs av isospinnets projektion ( $T_3$ ) och den andra av särtalet ( $S$ ). De experimentella värdena för massorna hos dessa baryoner är

$$\Delta \approx 1232 \text{ MeV}/c^2$$

$$\Sigma^* \approx 1385 \text{ MeV}/c^2$$

$$\Xi^* \approx 1530 \text{ MeV}/c^2$$

Förutom dessa 9 partiklar finns det ytterligare en. Vilken? Ange samtliga partiklars kvarkinnehåll. Räcker de ovan nämnda kvanttalerna för att förklara denna grupp av partiklar? (Eftersom svaret givetvis är nej skall det motiveras!) Använd ovanstående massdata för att ge en grov uppskattning av massan hos den tionde partikeln. Motivera svaret. (15 p)

6. Beskriv kärnsyntesen för element med masstal större än 60.

(10 p)

Skriv längst ner på tentamensomslaget om Du har gjort inlämningsuppgiften och i så fall vilket år. Om Du inte har gjort inlämningsuppgiften eller tycker att Du skulle vilja förbättra dina poäng kan du lösa uppgifterna på nästa sida.

## Uppgifter för 100 p.

7.  $^{174}\text{Hf}$  är deformerad och de tre första exciterade nivåerna utgörs av rotationstillstånd baserade på grundtillståndet. Det första exciterade tillståndet har energin 91 keV. Beräkna energierna för de övriga två exciterade tillstånden och ange spinn och paritet för samtliga fyra (grundtillstånd och tre exciterade) tillstånd.

(10 p)

8.  $^{177}\text{Hf}$  är deformerad med  $\epsilon = 0.25$ . Energierna hos de fem första exciterade tillstånden är 113, 250, 321, 409 och 426 keV. Inordna dessa tillstånd samt grundtillståndet i två rotationsband med hjälp av Nilsson diagrammet nedan. Ange spinn och paritet för samtliga sex tillstånd.

(15 p)

