

### Parte 3: Decadimenti e reazioni nei nuclei

1. Qual'è la legge che descrive il decadimento di  $N$  nuclei in funzione del tempo? (\*)
2. Qual'è la condizione necessaria perchè un nucleo possa decadere? (\*)
3. Perchè alcuni nuclei decadono  $\alpha$ ? (\*)
4. In un decadimento  $\alpha$ , ricavare l'energia della particella  $\alpha$  in funzione del  $Q$  della reazione. (\*)
5. Discutere dell'evidenza sperimentale della relazione tra il  $Q$  della reazione e la vita media di un nucleo che decade  $\alpha$  (relazione di Geiger-Nuttal). (\*\*)
6. Discutere del modello dell'attraversamento di barriera per spiegare il decadimento  $\alpha$ . (\*\*)
7. Un nucleo pari-pari decade  $\alpha$  nello stato fondamentale o negli stati eccitati del nucleo figlio. Quali combinazioni del momento angolare  $J$  e della parità  $\pi$  sono permessi per gli stati accessibili al decadimento? (\*\*)
8. Quali sono i tipi di decadimento  $\beta$ ? (\*)
9. Perchè i nuclei decadono  $\beta$ ? Discutere i decadimenti  $\beta$  tra i nuclei isobari con  $A$  pari o  $A$  dispari. Cos'è il doppio decadimento  $\beta$ ? (\*\*)
10. Ricavare la regola d'oro di Fermi dalla teoria delle perturbazioni dipendente dal tempo. (\*\*\*)
11. Ricavare la sezione d'urto di Rutherford per un urto tra due particelle cariche puntiformi usando la regola d'oro di Fermi. Ricavare la sezione d'urto nel caso in cui una delle particelle abbia una distribuzione estesa di carica. (\*\*\*)
12. Discutere la teoria di Fermi del decadimento  $\beta$  usando la regola d'oro. In particolare analizzare l'elemento di matrice e lo spazio delle fasi nel caso in cui i nuclei padre e figlio siano infinitamente massivi. (\*\*\*)
13. Discutere cosa sono le transizioni permesse, superpermesse e proibite. (\*\*\*)
14. Lo spettro degli elettroni/positroni emessi in un decadimento  $\beta$  è "distorto" alle basse energie. Perchè? (\*\*)
15. Discutere i grafici di Kurie. (\*\*)
16. Cosa sono le transizioni di Fermi e Gamow-Teller? A quali regole di selezione sui momenti angolari e parità degli stati nucleari corrispondono? (\*\*\*)

17. Che cos'è l'elicità di una particella? Qual è la probabilità che un leptone emesso da un decadimento  $\beta$  (od in generale in una transizione indotta dall'interazione debole) abbia un'elicità + o -? (\*\*\*)
18. Discutere l'esperimento del decadimento  $\beta$  dell'Europio per determinare l'elicità degli anti-neutrini emessi. (\*\*\*)
19. Discutere delle evidenze sperimentali sulle oscillazioni di neutrini. Considerando il caso di oscillazioni tra due specie di neutrini, mostrare che il periodo dell'oscillazione è proporzionale alla differenza delle masse al quadrato. (\*\*\*)
20. Discutere come si può determinare la massa del neutrino elettronico da un decadimento dei nuclei di  ${}^3\text{H}$ . (\*\*)
21. Discutere l'energetica di una transizione elettromagnetica di assorbimento o emissione nei nuclei. (\*)
22. Cos'è la larghezza di riga "naturale" e quella dovuta all'effetto Doppler? E che cos'è l'effetto "Mossbauer"? (\*\*)
23. Calcolare la probabilità di assorbimento di radiazione elettromagnetica usando la teoria delle perturbazioni al primo ordine e discutere le regole di selezione nell'approssimazione di dipolo elettrico. (\*\*\*)
24. Perché alcuni nuclei fissionano? Cos'è l'energia di "separazione"? (\*)
25. Perché nella fissione vengono emessi alcuni neutroni? Quali sono i neutroni "pronti" e quelli "ritardati"? (\*\*)
26. Perché la sezione d'urto di fissione da neutroni termici di  ${}^{235}\text{U}$  e  ${}^{238}\text{U}$  è diversa? (\*\*\*)
27. Discutere il funzionamento di un reattore a fissione ed il coefficiente  $K_\infty$ . (\*\*\*)
28. Perché alcuni nuclei scontrandosi possono portare ad un processo di fusione? (\*)
29. Che cos'è la "finestra di Gamow"? (\*\*)
30. Discutere il ciclo di fusione  $p-p$  nelle stelle. Stimare l'energia rilasciata dal sole al secondo. (\*\*\*)