

## Parte 1: Interazione NN e Potenziale di Yukawa

1. Com'è definita l'energia di legame di un nucleo? (\*)
2. Discutere dei valori empirici di  $B(A, Z)$  in funzione di  $A$  e  $Z$ . (\*)
3. Calcola il "Q" di una reazione  $A+B \rightarrow C+D$ ; com'è legato il  $Q$  all'energie cinetiche delle particelle? (\*)
4. Discutere della formula di massa. Qual è il significato fisico dei vari termini che compaiono nella formula? (\*\*)
5. Qual è la forma più generale di un potenziale di interazione tra due particelle in termini degli operatori  $\vec{r}_i$ ,  $\vec{\sigma}_i$  e  $\vec{p}_i$  ( $i = 1, 2$ )? (\*\*\*)
6. Com'è definito l'operatore tensore? Quali sono le evidenze sperimentali della presenza dell'operatore tensore nell'interazione tra nucleoni? (\*\*)
7. Com'è definito l'operatore spin-orbita? Quali sono le evidenze sperimentali della presenza dell'operatore spin-orbita nell'interazione tra nucleoni? (\*\*)
8. Discutere la teoria di Yukawa per determinare il potenziale di interazione tra due nucleoni tramite il "campo mesonico". (\*\*\*)
9. Da quali dati empirici vengono dedotte le caratteristiche dell'interazione tra due nucleoni? Si tratta di un'interazione "fondamentale"? Perché? (\*\*)
10. Qual è il legame tra la sezione d'urto differenziale per un urto di due particelle e l'andamento asintotico della loro funzione d'onda relativa? (\*\*)
11. Discutere il metodo della decomposizione in onde parziali per trattare un problema di urto tra due particelle senza spin. Definire la funzione di scattering  $f(\theta)$  e gli sfasamenti. (\*\*)
12. Discutere il legame tra  $\text{Im}f(0)$  e la sezione d'urto totale (teorema ottico). (\*\*\*)
13. Determinare la sezione d'urto totale in termini degli sfasamenti. (\*\*)
14. Come si determinano teoricamente gli sfasamenti per un potenziale dato? (\*\*)
15. Determinate i possibili stati  $LSJ$  per un sistema di due nucleoni. (\*\*)
16. Nel caso di urto  $n - p$ , spiegare perchè a basse energie contano solo gli sfasamenti delle onde con momento angolare orbitale  $\ell$  piccolo. (\*\*)

17. Nel caso di urto  $n - p$ , determinare qual è l'energia minima affinché inizi ad essere importante lo sfasamento in onda  $\ell = 1$ . E quello per  $\ell = 2$ ? (\*\*)
18. Definire la lunghezza di scattering. Quali sono i valori sperimentali delle lunghezze di scattering di tripletto e singoletto per un urto  $n - p$ ? E quelli per un urto  $p - p$  ed  $n - n$ ? Si può definire anche in questo caso la lunghezza di scattering per lo stato di tripletto? (\*\*)
19. Com'è legata la lunghezza di scattering alla funzione d'onda di energia zero? Dal valore e dal segno della lunghezza di scattering, quali proprietà del potenziale possono essere dedotte? (\*\*)
20. Discutere della teoria del raggio efficace per determinare lo sviluppo di bassa energia della funzione  $k \cotg(\delta)$  dove  $k = \sqrt{2\mu E/\hbar^2}$ . (\*\*\*)
21. Per un urto  $p - n$ , discutere per quali motivi dallo studio degli sfasamenti tra stati di momento angolare orbitale  $\ell$  grande ( $\ell \geq 4$ ) si può avere la verifica sperimentale che la parte a lungo raggio dell'interazione NN sia data dal potenziale di scambio di pioni. (\*\*\*)
22. Quanto sono differenti gli sfasamenti per un urto  $p - n$  o  $p - p$ ? (\*\*\*)
23. Come dipende il potenziale di interazione NN dagli operatori di isospin se si assume esatta la "simmetria di carica" (cioè che l'interazione nucleare  $pp$ ,  $pn$  e  $nn$  sia lo stessa stando i due nucleoni nello stesso stato  $LSJ$ )? (\*\*\*)