

Parte 1: Fisica Nucleare

1. Com'è definita l'energia di legame di un nucleo? (*)
2. Discutere i 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. Quanto valgono i momenti di dipolo elettrico dei nuclei? Che legame c'è con la simmetria di inversione spaziale? (**)
9. Ricavare la forma più generale per la funzione d'onda del deutone dati i suoi valori di spin e parità. (**)
10. Scrivere l'equazioni che devono soddisfare le funzioni radiali corrispondenti all'onde S e D del deutone. (**)
11. Risolvere l'equazione di Schroedinger del deutone nell'approssimazione di forze centrali e di tipo a buca. Fissato il raggio della buca di 2.1 fm, quanto vale la sua profondità per riprodurre il valore sperimentale dell'energia di legame del deutone? (*)
12. Calcolare il momento magnetico del deutone e ricavare una stima per la componente di onda D. (**)
13. Da quali dati empirici vengono dedotte le caratteristiche dell'interazione tra due nucleoni? Si tratta di un'interazione "fondamentale"? Perché? (**)
14. 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? (**)

15. 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. (**)
16. Determinare la sezione d'urto totale in termini degli sfasamenti. (**)
17. (teorema ottico). Data l'espressione di $f(\theta)$ in termini degli sfasamenti, determinare $\text{Im}f(\theta = 0)$. Che relazione c'è tra questa quantità e la sezione d'urto totale? (***)
18. Come si determinano teoricamente gli sfasamenti per un potenziale dato? (**)
19. Determinate i possibili stati LSJ per un sistema di due nucleoni. (**)
20. Nel caso di urto $n - p$, spiegare perchè a basse energie contano solo gli sfasamenti delle onde con momento angolare orbitale ℓ piccolo. (**)
21. 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 $\ell = 2$? (**)
22. Definire la lunghezza di scattering. Quali sono i valori sperimentali delle lunghezze di scattering di tripletto e singoletto per un urto $n - p$? (**)
23. 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? (**)
24. Quali sono i valori delle lunghezze di scattering per un urto $p - p$ ed $n - n$? Si può definire anche in questo caso la lunghezza di scattering per lo stato di tripletto? (**)
25. Discutere la teoria di Yukawa per determinare il potenziale di interazione tra due nucleoni tramite il "campo mesonico". (***)
26. Per un urto $p - n$, discutere per quali motivi dallo studio degli sfasamenti tra stati di momento angolare orbitale ℓ 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. (***)
27. Quanto sono differenti gli sfasamenti per un urto $p - n$ o $p - p$? (***)
28. Cos'è l'isospin? Perchè per un sistema di neutroni e protoni l'introduzione dell'isospin è utile? (**)
29. Elencare alcune evidenze sperimentali di una struttura a shell nel caso del nucleo atomico. (*)

30. Introdurre formalmente il modello a shell a partire da una Hamiltoniana “realistica” (cioè per la quale l’energia potenziale sia data dalla somma su tutte le coppie dell’energia di interazione di due particelle). Che cos’è il campo medio? E l’interazione residua? (**)
31. Come si costruiscono le funzioni d’onda di un sistema di A particelle interagenti con un campo medio? (**)
32. Spiegare come il Principio di Pauli gioca un ruolo importante sul successo del modello a shell. (**)
33. Discutere quale campo medio appare più appropriato per la riproduzione dei numeri magici. Perché si deve introdurre anche un termine di spin-orbita nel campo medio? (**)
34. Ricavare gli spin e partità (nell’approssimazione di particella libera estrema) dei seguenti nuclei: ^{13}C , ^{39}K , ^{55}Ni e ^{57}Ni . (**)