Zgledi izpitnih vprašanj iz jedrske fizike

maj/junij 2005

1. JEDRSKA SILA

1.1 Zakaj je sipalni presek nevtrona na protonu tako velik?

1.2 Iz česa sklepamo, da je sila n-p v singletnem stanju (S=1) šibkejša od sile v tripletnem stanju (S=1)? Zakaj pa sta potem sipalna amplituda (in presek) v singletnem stanju toliko večja kot v tripletnem?

1.3. Iz česa sklepamo na enakost jedrske sile med nukleonoma n-p, p-p in n-n ?

1.4. Iz katerih eksperimentalnih podatkov so določili radialno odvisnost jedrskega potenciala? Ali je določitev enolična?

2. ZGRADBA JEDRA

2.1. Zakaj ležijo mase sosednjih izobarov (kot funkcija Z) na paraboli? Zakaj je parabola pri težjih jedrih širša? Zakaj potrebujemo za opis jeder s sodim A dve paraboli? POSLEDICE: Zakaj imajo jedra z lihim A en stabilen izobar, jedra s sodim A pa lahko tudi 2 ali 3 (zlasti težja)? Zakaj so edino najlažja štiri liho-liha jedra (^{2}H, ^{6}Li, ^{10}B in ^{14}N) stabilna?

2.2. Zakaj imajo lahka stabilna jedra (vsaj približno) enako nevtronov in protonov, težja pa presežek nevtronov? Pri jedrih z velikim presežkom nevtronov ali protonov le-ti momentano odletijo ("izhlapijo"). Kljub temu pri razcepnih produktih urana kak procent nevtronov odleti z zamudo nekaj sekund. Kakšen je mehanizem zakasnelih nevtronov? Zakaj so pomembni pri delovanju reaktorja?

2.3. Dokumentiraj lupinske lastnosti jeder, iz katerih so prepoznali magična števila! (Vezavne in ionizacijske energije, pogostost različnih izotopov in izotonov, pogostost v naravi, "periodni sistem jeder", vrtilne količine jeder blizu zaključenih lupin).

2.4. Katera so magična števila jeder? Kako jih razložiš? Zakaj so lupine pri lahkih jedrih podobne lupinam harmoničnega oscilatorja, pri težjih pa so različne?

2.5. Zakaj so mnoga jedra deformirana? Kako se manifestira deformacija jeder? (kvadrupolni moment lihih jeder, rotacijski spektri).

2.6. Značilnosti rotacijskih vzbujenih stanj.

2.7. Značilnosti vibracijskih vzbujenih stanj. Kaj niha? Kakšne vibracije poznamo.

3. RAZPADI

3.1. Zakaj razpadajo z razpadom alfa v glavnem težka jedra? Zakaj pa ga vendarle opazimo tudi pri nekaterih srednih jedrih (v območju redkih zemelj) in celo pri lahkem jedru (^{8}Be)? Zakaj je območje energij, ki jih nudijo sevalci α, omejeno na kakih 2-8 MeV?

3.2. Zakaj je porazdelitev razcepnih produktov pri razcepu urana (kot funkcija A produkta) simetrična okrog $A_{\mathrm{Urana}}/2$? Zakaj ima pri $A_{\mathrm{Urana}}/2$? (simetričnem razcepu v enaki kaplji) minimum in ne maksimum? Pod kakšnimi pogoji dobimo tam maksimum?

3.3. Zakaj je kot gorivo dober ^{235}U, ^{238}U pa ni? Kakšna je vloga moderatorja (vode, težke vode ali ogljika) v reaktorju?

3.4. Zakaj nas zanima multipolnost razpada gama v jedru? Kako je povezana z velikostjo jedra, razpadno energijo in razpadnim časom? Kolikšne so največje multipolnosti, ki jih še srečamo? Kako multipolnost ugotovimo in kako iz nje določimo vrtilno količino jedra?

3.5. Ali je multipolnost ("red prepovedanosti") enako pomembna tudi pri razpadu beta? Kolikšno multipolnost imajo zelo dolgoživa jedra? Kakšna je razlika med Fermijevim in Gamow-Tellerjevim razpadom beta?

4. REAKCIJE

4.1. Kako iz splošne formule za jedrske reakcije ugotovimo presek za obratno reakcijo?

4.2. Kako iz splošne formule za jedrske reakcije ocenimo obliko preseka v bližini praga? (Napiši zgled za sipanje, endotermno in eksotermno reakcijo, za nevtralne in za nabite delce, ter skiciraj obliko preseka!)

4.3. Izpelji (ali vsaj kvalitativno komentiraj) Breit-Wignerjevo formulo za resonančno reakcijo (=reakcijo preko vmesnega jedra)!