

Príklady s tematikou Jadrových reakcií

Základné vlastnosti jadrových reakcií

- Odhadnite dobu života vzbudenej hladiny jadra so šírkou 0.1 eV.
- Majme reakciu idúcu cez zložené jadro $^{10}\text{B} + ^4\text{He} \rightarrow ^1\text{H} + ^{13}\text{C}$. Izotop ^{10}B má v základnom stave $l_x = 3$, α častica $l_\alpha = 0$ a ^{13}C má celkový uhlový moment hybnosti $\frac{1}{2}$.
 - Aký bude spin vytvoreného zloženého jadra?
 - Aký bude relatívny uhlový moment hybnosti finálnych produktov?
- Odhadnite odstredivý potenciál pri reakcii ^{100}Mo s prenosom uhlového momentu hybnosti 2 v prípade interakcie s protónom a α časticou.
- Protóny a neutróny nalietajú na terčové jadrá ^1H a ^{238}U . Predpokladajme, že majú energiu dostatočnú na to aby sa dostali do dotykovej konfigurácie. Aký je pre jednotlivé prípady kulombovský a aký odstredivý potenciál v prípade $l=1$?
- Pri využití opisu reakcie pomocou parciálnych vln, odhadnite počet parciálnych vln potrebných v reakcii:
 - n (9 MeV) + ^{125}Sn
 - n (10 MeV) + ^{197}Au

Účinné prierezy a produkcia izotopov v jadrových reakciách

- Vzorku rádioaktívnych izotopov produkujeme v reakcii s terčom ^{123}Sb účinným prierezom 500 mb, pričom polčas rozpadu je 100 s. Hrúbka terču je 1 mg/cm² a intenzita zväzku $^4\text{He}^{2+}$ je 32 μA . Predpokladajme, že vytvorené jadrá sa rozpadávajú na stabilné izotopy. Akú maximálnu aktivitu môže vzorka mať a kedy ju získame?
- Vypočítajte aktivitu izotopu ^{254}No ($t_{1/2} = 55\text{s}$) produkovaného v reakcii $^{48}\text{Ca} + ^{208}\text{Pb}$ po prvej minúte merania. Predpokladajme hrúbku terča ^{208}Pb 0.5 mg/cm² a intenzitu zväzku ^{48}Ca 500 pA. Účinný prierez reakcie $^{208}\text{Pb}(^{48}\text{Ca}, 2n)^{254}\text{No}$ je 3 μb .
- Merame reakciu $^{60}\text{Ni} + ^{141}\text{Pr}$ s tvorbou zloženého jadra ^{201}Fr , pričom energia zväzku je nastavená na 2n kanál, teda produkciu ^{199}Fr . Terč bombardujeme zväzkom projektilov s intenzitou 3×10^{12} iónov za sekundu. V 3 dni trvajúcim meraní sme registrovali 500 vytvorených jadier, pričom predpokladáme účinnosť detekcie 100% a účinnosť separácie 30%. Hrúbka terča je 450 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Avogadrova konštanta je 6.022×10^{23} . Aký je účinný prierez reakcie?
- Aká je produkcia izotopu ^{266}Sg ak je terč ^{248}Cm bombardovaný zväzkom ^{22}Ne s intenzitou 1 μA ? Aká je početnosť štiepených fragmentov na terčovej pozícii? Hrúbku terča predpokladajme 500 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ a účinné prierezy $\sigma(^{22}\text{Ne}, 4n) = 1.0 \text{ nb}$ a $\sigma(^{22}\text{Ne}, \text{ff}) = 2.5 \text{ b}$.
- Máme meranie s reakciou úplnej fúzie $^{48}\text{Ca} + ^{207}\text{Pb}$ s intenzitou zväzku 5×10^{12} projektilov za sekundu. Hrúbka terču s 99% čistotou je 450 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Počas týždňa merania syntetizujeme 10^6 jadier izotopu ^{252}No . Aký je účinný prierez reakcie?

Štiepne reakcie

1. Odhadnite excitačnú energiu jadier vytvorených záchyтом tepelného neutrónu na jadrách ^{235}U a ^{238}U , a určite, či postačuje absorpcia tepelného neutrónu na štiepenie jadier ($B_f \cong 6 \text{ MeV}$). Hmotnostné úbytky sú: $\Delta M(n) = 8.1 \text{ MeV}$, $\Delta M(^{235}\text{U}) = 40.9 \text{ MeV}$, $\Delta M(^{236}\text{U}) = 42.4 \text{ MeV}$, $\Delta M(^{238}\text{U}) = 47.3 \text{ MeV}$ a $\Delta M(^{239}\text{U}) = 50.5 \text{ MeV}$

Kinematika jadrových reakcií

1. Predpokladajme realizáciu reakcie úplnej fúzie, ktorá má v laboratórnej sústave energiu projektilu E_{ka} a statické terčové jadro. Napíšte (príp. odvodte) pre ťažiskovú sústavu
 - a. Kinetickú energiu projektilu
 - b. Kinetickú energiu zloženého jadra
2. Odvodte vzťah pre excitačnú energiu zloženého jadra.
3. Predpokladajme rozpylovú reakciu $^{126}\text{Te}(d,p)^{127}\text{Te}^*$. Predpokladajme energiu deuterónu 7 MeV a energiu protónu 13 MeV.
 - a. Vypočítajte uhol pri ktorom má táto reakcia maximálny účinný prierez v prípade preneseného uhlového momentu hybnosti $l = 0,1,2,3$ a 4.
 - b. Aké budú parity obsadených stavov v izotope ^{127}Te pre jednotlivé prípady?
4. Meriame reakciu $^{60}\text{Ni}+^{141}\text{Pr}$ s tvorbou zloženého jadra ^{201}Fr . Hmotnostné úbytky jednotlivých izotopov sú $\Delta M(^{60}\text{Ni}) = -64472.1 \text{ keV}$, $\Delta M(^{141}\text{Pr}) = -86020.9 \text{ keV}$ a $\Delta M(^{201}\text{Fr}) = 3600 \text{ keV}$. Energia zväzku je nastavená na 4.7 MeV/u. Aká je excitačná energia zloženého jadra?
5. Vypočítajte energiu vzбудenia zloženého jadra vytvoreného v reakcii $^{22}\text{Ne}+^{248}\text{Cm}$ pri energii potrebnej na prekonanie kulombovskej bariéry