

## 4.

- 
8. Tzv. terčíkové jádro  $^{10}\text{B}$  (tj. v klidu v laboratorní soustavě) je ostřelováno neznámou částicí, která vyvolá jadernou přeměnu na  $^{11}\text{B}$ , přičemž se uvolňuje proton. Určete druh neznámé nalétávající částice v případě této jaderné reakce a také energii reakce  $E_Q$ . (Návod: Napište schéma jaderné reakce, doplňte protonová a nukleonová čísla částic, u neznámé částice zatím s neznámými parametry -  $Z$  a  $A$ . Napište rovnice pro tyto parametry na základě příslušných zákonů zachování – uveďte jejich názvy, z rovnic určete  $Z$  a  $A$  a na základě jejich znalosti doplňte značku částice).

**Vsuvka:** Obecně definujte **energii reakce** (slovně i vztahem pomocí kinetických energií částic). Jak lze na základě zákona zachování energie určit energii reakce pomocí znalosti klidových hmotností částic zúčastněných v reakci (Lze v tomto vztahu pro konkrétní výpočet nahradit relativní atomové hmotnosti  $m_r$ , resp.  $A_r$  nukleovým číslem  $A$ !?). Uveďte a formulujte zákony zachování, které musí být splněny v jaderných reakcích (rozdělte na zákony známé z klasické mechaniky a elektrodynamiky a na zákony specifické pro jaderné reakce; je nějak omezena platnost jednotlivých zákonů zachování). Z kterých základních typů energií sestává celková energie systému částic (ta se zachovává). Pro které z těchto energií platí aditivita (celková energie daného typu je rovna součtu energií příslušného typu částic) a pro které nikoliv. Napište vztah pro celkovou energii  $N$  vázaných částic různého typu a obdobný vztah pro volné (tj. neinteragující, popř. hodně vzdálené) částice. Vyjádřete tuto energii jako funkci hybnosti jednotlivých částic rozlište nerelativistický a obecnější relativistický případ (v jaderné fyzice obvyklejší – velké kinetické energie, tedy i rychlosti částic).

- 
9. Jadernou reakcí vzniká po ostřelování terčíkového jádra  $^7\text{Li}$  protony s kinetickou energií 600keV určitý počet izotopů tritia. a) Určete o jaké částice resp. jádra se jedná ( $X = ?$ ) a kolik jich v jedné reakci vzniká ( $n = ?$ ). b) Určete vazebnou energii  $E_V$  těchto částic c) Určete kinetickou energii každé neznámé částice d) Určete i jejich klidovou energii e) Určete energii uvedenou jaderné reakce  $E_Q$ . (Návod: a) Napište obecné schéma rovnice a obdobně jako v předešlých příkladech napište rovnice ze zákonů zachování protonového a nukleonového čísla a navíc rovnici vycházející z definice izotopu, z těchto tří rovnic určete neznámé  $n$ ,  $Z$ ,  $A$  a doplňte značku částice, b) Vyjděte ze závislosti vazebné energie na klidových hmotnostech jádra a nukleonů, viz výpočet  $E_V$  na základě definice resp. hmotnostního úbytku dříve, c) Ze zákona zachování energie a hybnosti – nejnázorněji s využitím náčrtku hybností částic před a po reakci. d) Na základě Einsteinova vztahu ekvivalence, e) Viz předchozí příklad).

**Vsuvka:** Jak se rozdělí hybnost (a tedy kinetická energie) na vzniklé částice  $X$  na základě zákona zachování hybnosti. Nakreslete náčrtek pro laboratorní a těžišťovou soustavu.

10. Záření  $\gamma$  s energií (celkovou)  $E_\gamma$  způsobí rozpad deuteronu (v klidu) na jádro lehkého vodíku a neznámou částici a) Určete o jakou částici se jedná b) Určete vazebnou energii deuteronu c) Určete energii uvedenou reakce  $E_Q$  d) Určete výslednou celkovou kinetickou energii vzniklých částic  $E_k^{(2)}$  (Návod: viz doporučení v předcházející úloze)

**Vsuvka:** Jaká je kinetická a klidová energie záření  $\gamma$  v uvedené úloze. V jakém poměru se rozdělí hybnost a kinetická energie v těžišťovém systému.

---