**Дата** 25.01.2021

**Группа** 20-ИСиП-1дк

**Дисциплина** Естествознание (физика)

**Практическое занятие №12. Решение задач «Ядерные реакции»**

**Цель**: закрепление и применение теоретических знаний по теме " Ядерные реакции " при решении задач.

Примеры решения задач

**Задача 1.** Перечислить несколько ядерных реакций, в которых может образоваться изотоп 8Be.

Решение

Используя закон сохранения заряда и закон сохранения числа нуклонов, получим

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. | α + α → 8Be + γ, |  | 5. | γ + 10Be →8Be + d, |
| 2. | d + 6Li →8Be + γ, |  | 6. | p + 10B → 8Be + 3He, |
| 3. | p + 7Li →8Be + γ, |  | 7. | p + 11B → 8Be + α, |
| 4. | http://nuclphys.sinp.msu.ru/simages/gamma.gif + 9Be → 8Be + n, |  | 8. | p + 10B → 8Be + α |

**Задача** 2.Какую минимальную кинетическую энергию в лабораторной системе Tminдолжен иметь нейтрон, чтобы стала возможной реакция 16O(n,α)13C?

Решение

Минимальная энергия, при которой возможна реакция, равна порогу реакции. Вычислим энергию реакции:

Q**=**8.071 - 4.737 - 2.424 -3.125 = -2.215 МэВ

Для вычисления пороговой энергии Tпор используем нерелятивистское приближение:

Tmin = Tпор = 2.215(1 + 1/17) = 2.35 МэВ.

**Задача** 3. Является ли реакция 6Li(d,α)4He эндотермической или экзотермической? Даны удельные энергии связи ядер в МэВ: ε(d) = 1.11; ε(альфа) = 7.08; ε(6Li) = 5.33.

Решение

Вычислим величину энергии реакции:

Q = 2Eсв(4He) – Eсв(6Li) – Eсв(2H) = 2A(4He)ε(4He) – A(6Li)ε(6Li) – A(2H)ε(2H) =  
= 247.08 - 65.33 -21.11 = 22.44 МэВ.

Реакция является эндотермической.

**Задача 4.**Определить пороги Tпор реакций фоторасщепления 12С.

1. γ + 12С → 11С + n
2. γ + 12С → 11В + р
3. γ + 14С → 12С + n + n

Решение

Рассчитаем энергии реакций 1) - 3), используя табличные данные по избыткам масс атомов

1) Q = 0 - (8.668 + 7.289) = -15.957 МэВ  
2) Q = 0 - (8.071+10.650) = -18.721 МэВ  
3) Q= 3.02 - (0 + 28.071) = -13.122 МэВ  
Для пороговой энергии можно записать:

Tпор http://nuclphys.sinp.msu.ru/simages/neqv.gif Q, так как для реакций 1) - 3) ma = mγ = 0и |Q| << 2mAc2.

**Задача 5.** Определить пороги реакций: 7Li(p,α)4He и 7Li(p,γ)8Be.

Решение

Рассчитаем [энергии реакций](http://nuclphys.sinp.msu.ru/reactions/energy.htm#2.2):

1) 7Li(p,α)4He   Q = +17.348 МэВ

2)**7**Li(p,γ)8Be    Q = +17.26

Реакции 1) - 2) экзотермические, идут при любых энергиях протонов.

**Задача 6.** Определить, какую минимальную энергию должен иметь протон, чтобы стала возможной реакция p + d → p + p + n.

Даны избытки масс. Δ(1H) = 7.289 МэВ, Δ(2H) = 13.136 МэВ,  
Δ(n) = 8.071 МэВ.

Решение

Энергия реакции: Q = Δ(1H) + Δ(2H) – 2Δ(1H) – Δ(n) = 13.136 -7.289 - 8.071 = -2.224 МэВ

Так как |Q| << 2mpc2, получим

Emin = Tпор = 2.224(1 + 0.5) = 3.34 МэВ.

**Задача 7.** Ядро 7LI захватывает медленный нейтрон и испускает γ-квант. Чему равна энергия γ-кванта?

Решение

Реакция 7Li(n,γ)8Li,   Q = 2.034 МэВ.

Так как pγ = Eγ/c, pLi = (2mLiTLi)1/2, |pγ| = |pLi|, TLi << Eγи Q = TLi + Eγ http://nuclphys.sinp.msu.ru/simages/neqv.gifEγ ,

где pLi, pγ - импульсы ядра и http://nuclphys.sinp.msu.ru/simages/gamma.gif-кванта, Eя, TLi - кинетическая энергия ядра,  Eγ - энергия γ-кванта.

http://nuclphys.sinp.msu.ru/reactions/images/13_4.gif

Eγhttp://nuclphys.sinp.msu.ru/simages/neqv.gif Q = 2.034 МэВ

**Задача 8**. При облучении мишени из натурального бора наблюдалось появление радиоактивных изотопов с периодами полураспада 20.4 мин и 0.024 с. Какие образовались изотопы? Какие реакции привели к образованию этих изотопов?

Решение

Периоды полураспада 20.4 мин и 0.024 сек соответствуют ядрам 11С, 12Ве. Чтобы они образовались под действием одних и тех же частиц пучка, этими частицами должны быть ядра трития или α-частицы:

11B(t,2p)13Be,        11B(t,3n)11C,        11B(t,2n)11C

или 11B(α,2p)13Be,       11B(α,t)11C .

**Задачи для самостоятельного решения**

**Задача 1.**Возможны ли реакции:

1. α + 7Li →10B + n;
2. α + 12C →14N + d

под действием α-частиц с кинетической энергией T = 10 МэВ?

**Задача 2.**Идентифицировать частицу X и рассчитать энергии реакции Q в следующих случаях:

|  |  |
| --- | --- |
| 1. 35Сl + X→32S + α; | 4. 23Na + p→20Ne + X; |
| 2. 10B + X→7Li + α; | 5. 23Na + d→24Mg + X; |
| 3. 7Li + X →7Be + n; | 6. 23Na + d→24Na + X. |

**Задача 3.** Какую минимальную энергию Tmin должен иметь дейтрон, чтобы в результате неупругого рассеяния на ядре 10B возбудить состояние с энергией Eвозб = 1.75 МэВ?

**Задача 4.**Вычислить порог реакции: 14N + α→17О + p, в двух случаях, если налетающей частицей является:  
1) α-частица,  
2) ядро 14N. Энергия реакции Q = 1.18 МэВ. Объяснить результат.

**Задача 5.**Рассчитать энергии и пороги следующих реакций:

|  |  |
| --- | --- |
| 1**.** d( p,γ)3He; | 5**.** 32S(γ,p )31P; |
| 2**.** d( d,3He )n; | 6**.**32 (γ,n )31S; |
| 3**.** 7Li( p,n )7Be; | 7**.** 32S(γ,α)28Si; |
| 4**.** 3He(α,γ)7Be; | 8**.** 4He(α,p)7Li; |

**Задача 6.**Какие ядра могут образовываться в результате реакций под действием: 1) протонов с энергией 10 МэВ на мишени из 7Li; 2) ядер 7Li с энергией 10 МэВ на водородной мишени?

Преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Исмаилова З.И.