Задание:

- Повторить теорию;
- Ответить письменно на вопросы;
- По образцу найти энергию связи для химических элементов, где порядковый номер элемента ваш вариант по журналу. Следующий элемент плюс 10 решить для 4-5 элементов.
- По вопросам обращаться 072-1098278 или hvastov@rambler.ru
- Фотоотчёт, выполненной работы, прислать в течении 3 дней со дня получения задания на hvastov@rambler.ru

Практическая работа: Энергия связи. Дефект массы.

Цель: получить навыки решения задач по данной теме.

Теоретические сведения

Прочность ядер характеризуется энергией связи. По своей величине энергия связи *равна той работе, которую необходимо затратить для разрушения ядра на составляющие его нуклоны без придания им кинетической энергии*. Такое же количество энергии освобождается при образовании ядра из нуклонов. Энергия связи ядра является разностью между энергией всех свободных нуклонов, составляющих ядро, и их энергией в ядре.

При образовании ядра происходит уменьшение его массы: масса ядра меньше, чем сумма масс составляющих его нуклонов. Уменьшение массы ядра при его образовании объясняется выделением энергии связи. Количество заключенной в веществе энергии непосредственно связано с его массой соотношением Эйнштейна

$$E = mc^2.$$

В соответствии с этим соотношением масса и энергия представляют собой разные формы одного и того же явления. Ни масса, ни энергия не исчезают, а при соответствующих условиях переходят из одного вида в другой, т.е. любому изменению массы m системы соответствует эквивалентное изменение ее энергии E.

Разность между суммой масс свободных нуклонов и массой ядра называется ***дефектом массы*** атомного ядра. Если ядро с массой m образовано из Z протонов с массой m_p и из $(A - Z)$ нейтронов с массой mn, то дефект массы Δm определяется соотношением

$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m_я$$

При образовании ядра из частиц последние за счет действия ядерных сил на малых расстояниях устремляются с огромным ускорением друг к другу. Излучаемые при этом гамма-кванты как раз обладают энергией $E_{св}$ и массой m.

По дефекту массы, с помощью уравнения Эйнштейна ($E = mc^2$) можно определить энергию, выделившуюся в результате образования ядра, т.е. ***энергию связи*** ($E_{св}$):

$$E_{св} = \Delta mc^2$$

Примеры решения

Задача 1. Вычислите дефект масс ядра кислорода $^{17}_{8}O$.

Дано:

$^{17}_{8}O$

$m_p = 1{,}6724 \cdot 10^{-27}$ кг

$m_n = 1{,}6748 \cdot 10^{-27}$ кг

$M_я = 28{,}2282 \cdot 10^{-27}$ кг

$\Delta m = ?$

Решение:

Дефект массы ядра равен: $\Delta m = Zm_p + (A - Z)\, m_n - M_я$

из символической записи элемента $^{17}_{8}O$ следует, что $A = 17$ и $Z = 8$, т.е в состав ядра кислорода входит 8 протонов и 9 нейтронов:

$$N = A - Z = 17 - 8 = 9$$

Тогда выражение для дефекта масс можно записать:

$\Delta m = (8 \cdot 1{,}6724 + 9 \cdot 1{,}6748 - 28{,}2282) \cdot 10^{-27} = 1{,}656 \cdot 10^{-28}$ кг

Ответ: $\Delta m = 1{,}656 \cdot 10^{-28}$ кг

Задача 2

Найти энергию связи изотопа лития $^{7}_{3}Li$.

Дано:

$^{7}_{3}Li$.

$m_p = 1{,}6724 \cdot 10^{-27}$ кг

$m_n = 1{,}6748 \cdot 10^{-27}$ кг

$M_я = 11{,}6475 \cdot 10^{-27}$ кг

$c = 3 \cdot 10^{8}$ м/с

$E_{св}$ = ?

Решение:

Энергия связи ядра Есв = Δmc^2, где Δm - дефект массы ядра:
$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - M_я$

Отсюда $E_{св} = \{ Zm_p + (A - Z)m_n - M_я \}\cdot c^2$ из символической записи изотопа лития ^7_3Li, видим, что $A = 7$ и $Z = 3$, т.е в ядре изотопа лития 7 нуклонов, из них 3 протона и 4 нейтрона ($N = A - Z$)

Подставив значения A и Z в выражение энергии связи, получим:

$E_{св} = \{Zm_p + (A- Z)\, m_n - M_я\}\cdot c^2$

$E_{св} = \{3 \cdot 1{,}6724 \cdot 10^{-27} + 4 \cdot 1{,}6748 \cdot 10^{-27} - 11{,}6475 \cdot 10^{-27}\}\cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 5{,}58\cdot 10^{-13}$Дж

Ответ: $E_{св} = 5{,}58\cdot 10^{-13}$ Дж

Ответьте письменно на вопросы

- Какие силы действуют между нуклонами в атомном ядре?
- Что называют энергией связи атомного ядра?
- Что называют дефектом массы?
- Напишите формулу дефекта массы.
- Что называют ядрами реакциями?