

H/II Fizyka jądrowa

Lekcja 28

Temat: Wiadomości ogólne o budowie jąder atomowych.

1. Jądra atomowe

a) budowa jąder:

- protony,
- neutrony, które łącznie nazywane są nukleonami,

b) symbol jądra



gdzie: X - symbol jądra, czyli pierwiastka chemicznego,
Z - liczba atomowa, czyli liczba protonów w jądrze,
A - liczba masowa, czyli liczba nukleonów w jądrze,
A - Z - liczba neutronów w jądrze,

np. ${}^{15}_7\text{N}$ - jądro azotu z składające się z 7 protonów i 8 neutronów,

c) siły działające między nukleonami:

- elektrostatycznego odpychania między protonami,
- jądrowe przyciągania między protonami i neutronami, o krótkim zasięgu,

d) masa jąder i jej deficyt

- określenie masy - suma mas nukleonów wchodzących w skład jądra,
- deficyt masy

- definicja deficytu(defektu, niedoboru) - różnica między sumą mas składników jądra, czyli nukleonów, a masą samego jądra, czyli masy samego jądra,

$$\Delta m = (Z \cdot m_p + N \cdot m_n) - m_j$$

gdzie: m_p - masa protonu o wartości w u(atomowa jednostka masy),

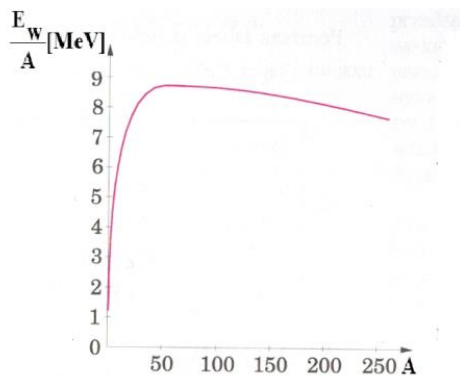
m_n - masa neutronu o wartości w u,

m_j - masa jądra o wartości w u,

- uwaga - ubytek masy, czyli deficyt powstały podczas tworzenia się jądra z jego składników zmienia się w pewien rodzaj energii zwanej energią wiązania jądra E_w , która zostaje wypromieniowana i jednocześnie jest energią jaką należało by dostarczyć do jądra, aby rozdzielić je na nukleony,

e) zależność energii wiązania przypadającej na nukleon od liczby masowej

- wykres zależności $\frac{E_w}{A}(A)$,



- wniosek - najsilniej nukleony związane są w średnich jądrach, czyli przy łączeniu się takich jąder w cięższe powstaje duży deficyt masy, co prowadzi do wydzielania się olbrzymiej ilości energii.

2. Rodzaje jąder atomowych:

- izotopy, czyli jądra danego pierwiastka o tej samej liczbie atomowej, a różniące się liczbą nukleonów,
- izobary, czyli jądra pierwiastków o tej samej liczbie masowej lecz różnej liczbie atomowej i liczbie neutronów,
- izotony, czyli jądra różnych pierwiastków o tej samej liczbie neutronów.

3. Przykłady

P1) Dane są jądra atomów pierwiastków chemicznych określone symbolami

${}^1_6\text{C}$, ${}^{27}_{10}\text{Ne}$, ${}^{45}_{20}\text{Ca}$. Podaj skład tych jąder.

Dane: ${}^{14}_6\text{C}$,

${}^{27}_{10}\text{Ne}$,

${}^{45}_{20}\text{Ca}$.

Szukane: skład jąder = ?

Rozwiązanie

$${}^{14}_6\text{C} \Rightarrow \begin{cases} A = 14 \\ Z = 6 \\ A - Z = 8 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 14 \text{ nukleonów} \\ 6 \text{ protonów} \\ 8 \text{ neutronów} \end{cases}$$

$${}^{27}_{10}\text{Ne} \Rightarrow \left\{ \right.$$

$${}^{45}_{20}\text{Ca} \Rightarrow \left\{ \right.$$

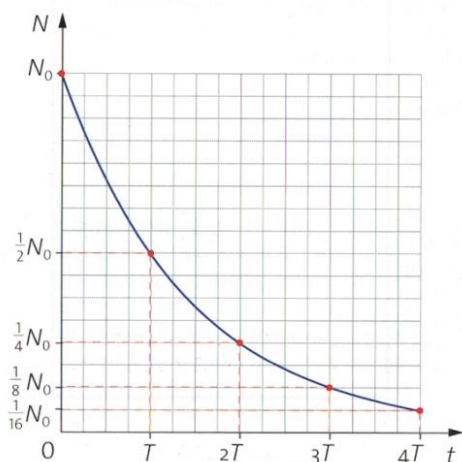
Odp: ...

Lekcja 29/30

Temat: Promieniotwórczość.

1. Promieniotwórczość - zjawisko rozpadu jąder atomowych niektórych pierwiastków i powstawanie nowych, czemu towarzyszy emisja promieniowania.
2. Rodzaje promieniotwórczości:
 - a) naturalna,
 - b) sztuczna.
3. Promieniotwórczość naturalna
 - a) określenie promieniotwórczości - zjawisko samorzutnej przemiany jąder atomowych niektórych pierwiastków w inne, któremu towarzyszy emisja promieniowań α , β , i γ .
 - b) rodzaje promieniowań i ich właściwości
(tabelka - zostawić 1 stronę wolną w całości),
 - c) uwaga - odkrywcami promieniotwórczości byli Henri Antoine Becquerel oraz Maria Skłodowska - Curie i jej mąż Piotr.
4. Rozpad promieniotwórczy.
 - a) aktywność promieniotwórcza:
 - definicja aktywności - liczba jąder atomowych rozpadających się w jednostce czasu,
 - symbol i jednostka aktywności - A[Bq(bekerel)],
 - uwaga - bardzo dużą aktywność promieniotwórczą, która wynosi $3,7 \cdot 10^{10}$ Bq wykazuje rad $^{226}_{88}\text{Ra}$,
 - b) okres połowicznego rozpadu
 - definicja okresu danego pierwiastka chemicznego - czas, po którym połowa jego jąder atomowych ulega rozpadowi,
 - symbol okresu i jednostka okresu - $T_{\frac{1}{2}}$ [s],
 - c) prawo rozpadu
Aktywność substancji promieniotwórczej jest proporcjonalna do liczby jąder atomowych, które nie uległy rozpadowi, czyli
$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}}$$
gdzie: N_0 - początkowa liczba jąder atomowych, α , β i γ ,
 $T_{\frac{1}{2}}$ - okres połowicznego rozpadu o wartości w s,
t - czas rozpadu o wartości w s,

d) wykres $N(t)$

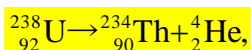
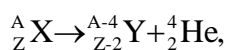


5. Rodzaje rozpadów:

a) rozpad α

- określenie rozpadu - polega na takim rozpadzie jądra atomowego, w wyniku którego oprócz nowego jądra powstaje cząstka α , czyli jądro helu,

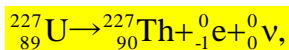
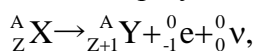
- schemat i przykład rozpadu:



b) rozpad β

- określenie rozpadu - polega na takim rozpadzie jądra atomowego, w wyniku którego oprócz nowego jądra powstaje cząstka β^- , czyli elektron,

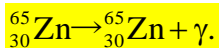
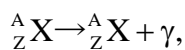
- schemat i przykład rozpadu:



c) rozpad γ

- określenie rozpadu - polega na emisji kwantu promieniowania elektromagnetycznego przez wzbudzone jądro atomowe,

- schemat i przykład rozpadu:



6. Detektory promieniowania

a) rodzaje detektorów:

- klisza fotograficzna,
- licznik Geigera - Müllera,
- liczniki scyntytacji,
- komora Wilsona,

b) uwaga - do najczęściej stosowanych detektorów promieniowania należy licznik Geigera - Müllera.

7. Przykłady

P1) Okres rozpadu promieniotwórczego pewnego izotopu wynosi 12 godzin. Oblicz ilość jaka powstanie z 8 gramów tego izotopu po upływie 3 dób.

Dane: $N_0 = 3 \text{ g}$,

Szukane: $N = ?$

$$T_{\frac{1}{2}} = 12 \text{ h},$$

$$t = 3 \text{ doby},$$

Rozwiązanie

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}}$$

$$t = 3 \text{ doby} = 3 \cdot 24 \text{ h} = 72 \text{ h} = 6 \cdot 12 \text{ h}$$

$$N = 8\text{g} \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{6 \cdot 12\text{h}}{12\text{h}}} = 8\text{g} \cdot \frac{1}{64} = \frac{1}{8} \text{ g}$$

Odp: ...

Lekcja 31

Temat: Reakcje jądrowe i energia jądrowa.

1. Reakcje jądrowe

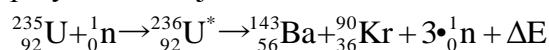
- określenie reakcji - rozpad jąder atomowych wywołane ich wzajemnym oddziaływaniem lub ich oddziaływaniem z cząsteczkami elementarnymi,
- zasady zachowania spełnione w reakcjach:
 - liczby nukleonów,
 - ładunku elektrycznego,
 - energii całkowitej,
 - pędu.

2. Rodzaje reakcji jądrowych:

- egzotermiczne, podczas których wydziela się energia,
- endotermiczne, podczas których energia jest pochłaniana,

3. Reakcje rozszczepiania

- określenie reakcji - reakcja jądrowa, w której ciężkie jądro po pochłonięciu neutronu rozpada się na dwa mniejsze jądra o zbliżonej masie i rozmiarach oraz powstają dwa lub trzy neutrony,
- przykład reakcji



gdzie: U^* - niestabilne jądro przejściowe,

4. Reakcje łańcuchowe

- określenie reakcji - reakcja jądrowa rozszczepiania, w której występuje lawinowe narastanie liczby rozszczepionych jąder,

b) zastosowanie reakcji - reakcje kontrolowane w reaktorach atomowych, natomiast niekontrolowane wykorzystywane są w bombach atomowych.

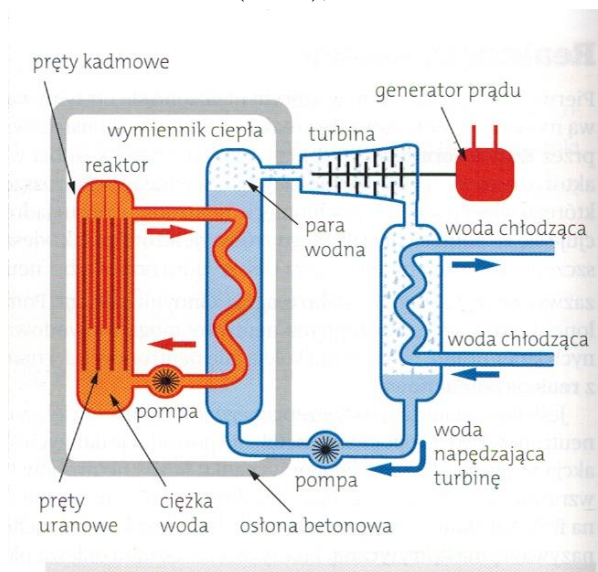
5. Reaktory jądrowe

a) określenie reaktora - urządzenie, w którym zachodzi kontrolowana reakcja jądrowa łańcuchowa, to znaczy taka, w której liczba neutronów wywołujących rozczepienia jest stała,

b) warunki konieczne do zajścia kontrolowanej reakcji jądrowej łańcuchowej:

- odpowiednie paliwo jądrowe, np. uran 235,
- masa materiału rozszczepialnego powinna być większa od jego tzw. masy krytycznej,
- w reaktorze musi być użyty moderator, który spowalnia neutrony,
- należy stosować pręty regulacyjne,

c) schemat reaktora (szkic),



6. Podział reaktorów:

a) ze względu na zastosowanie:

- badawcze,
- doświadczalne,
- energetyczne,
- produkcyjne,

b) ze względu na wykorzystywaną energię neutronów lub wielkość ich strumienia:

- wysokostrumieniowe,
- prężne,
- pośrednie,
- termiczne,
- epitermiczne,

c) uwaga - w Polsce istnieje jeden reaktor jądrowy w miejscowości Świerk pod Warszawą.

Lekcja 32

Temat: Podsumowanie przerobionego materiału - fizyka jądrowa.