


Wykłady z Chemii Ogólnej i Biochemii

Dr Sławomir Lis



Chemia, jako nauka zajmuje się otrzymywaniem i wszechstronnym badaniem własności, struktury oraz reakcji chemicznych pierwiastków i ich połączeń.

Chemia organiczna – chemia związków węgla

Chemia nieorganiczna – chemia związków pozostałych pierwiastków



Literatura:

- Adam Bielański – Podstawy chemii nieorganicznej, t. 1
- L. Jones, P. Atkins – Chemia ogólna. Cząsteczki, materia, reakcje.
- M. Sienko, R. Plane – Chemia. Podstawy i zastosowania
- P. Tomasik – Podstawy chemii. Cz. 1 – Chemia ogólna, chemia nieorganiczna
- J. Włostowska, E. Białeczka-Florjańczyk – Chemia organiczna

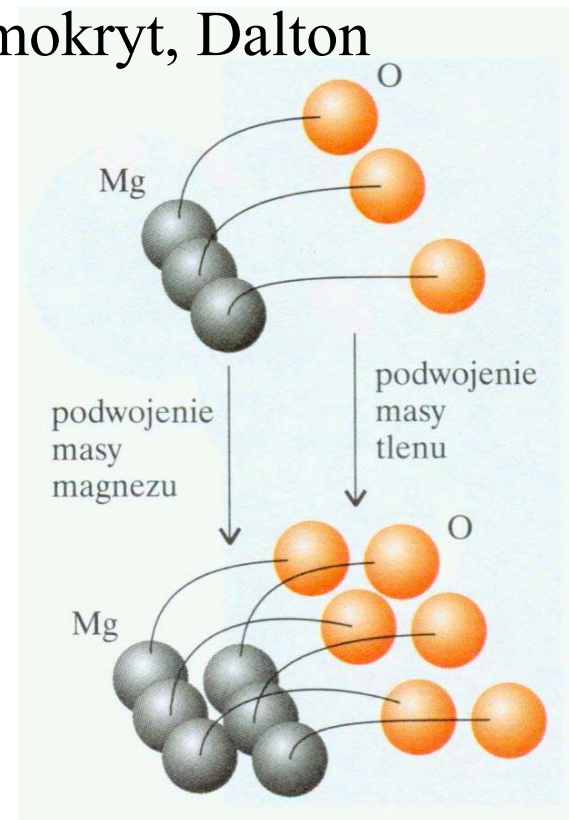
UZUPEŁNIAJĄCO

- P. Mastalerz – Elementarna chemia nieorganiczna
- P. Mastalerz – Elementarna chemia organiczna
- K. Pazdro – Budowa materii w oczach chemika

Budowa materii. Teorie dotyczące ciągłości materii.

- Materia jest ciągła. Można ją dzielić w nieskończoność i ciągle będzie zachowywać swoje właściwości. – **Pogląd obalony przez J. Daltona**
- Najmniejszą cząstką materii, zachowującą jej właściwości i nie dającą się dalej podzielić – jest atom. – Demokryt, Dalton

W wyniku reakcji magnezu i tlenu określona liczba atomów magnezu łączy się z określoną liczbą atomów tlenu. Podwojenie masy reagującego magnezu wymaga podwojenia masy tlenu. Stąd dowód, że materia jest zbudowana z pojedynczych, niepodzielnych fragmentów. Gdyby materia była ciągła, nie obserwowaliby się zależności pomiędzy masami reagujących substancji






Teoria atomistyczna – John Dalton pocz. XIX w.

1. Wszystkie substancje składają się z niepodzielnych cząstek – atomów – zachowujących swoją indywidualność we wszystkich przemianach chemicznych.
2. Atomy danego pierwiastka są identyczne pod każdym względem, atomy różnych pierwiastków różnią się swoimi własnościami
3. Związki chemiczne powstają na wskutek łączenia się atomów różnych pierwiastków w określonych i stałych stosunkach liczbowych.



Podstawowe prawa chemiczne (wynikające z teorii atomistycznej):

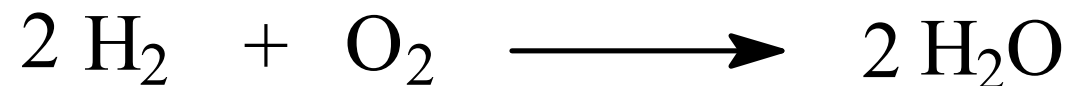
- 1. Prawo zachowania masy** – dla wszystkich reakcji chemicznych, suma mas substancji wyjściowych (substratów), równa się sumie mas produktów.
- 2. Prawo stosunków stałych** – stosunek ilości wagowych pierwiastków tworzących dany związek jest stały.
- 3. Prawo stosunków wielokrotnych** – jeżeli dwa pierwiastki tworzą ze sobą dwa lub więcej związków, to ilości wagowe jednego z nich przypadające na stałą ilość wagową drugiego, mają się do siebie jak proste liczby naturalne.



4. Prawo stosunków objętościowych Gay-Lussaca – objętości substancji gazowych (mierzone w tej samej temperaturze i pod tym samym ciśnieniem), biorących udział w danej reakcji chemicznej, mają się do siebie jak proste liczby naturalne.

5. Hipoteza Avogadra – jednakowe objętości dwóch różnych gazów, znajdujących się w tej samej temperaturze i pod tym samym ciśnieniem, zawierają jednakową liczbę cząsteczek.

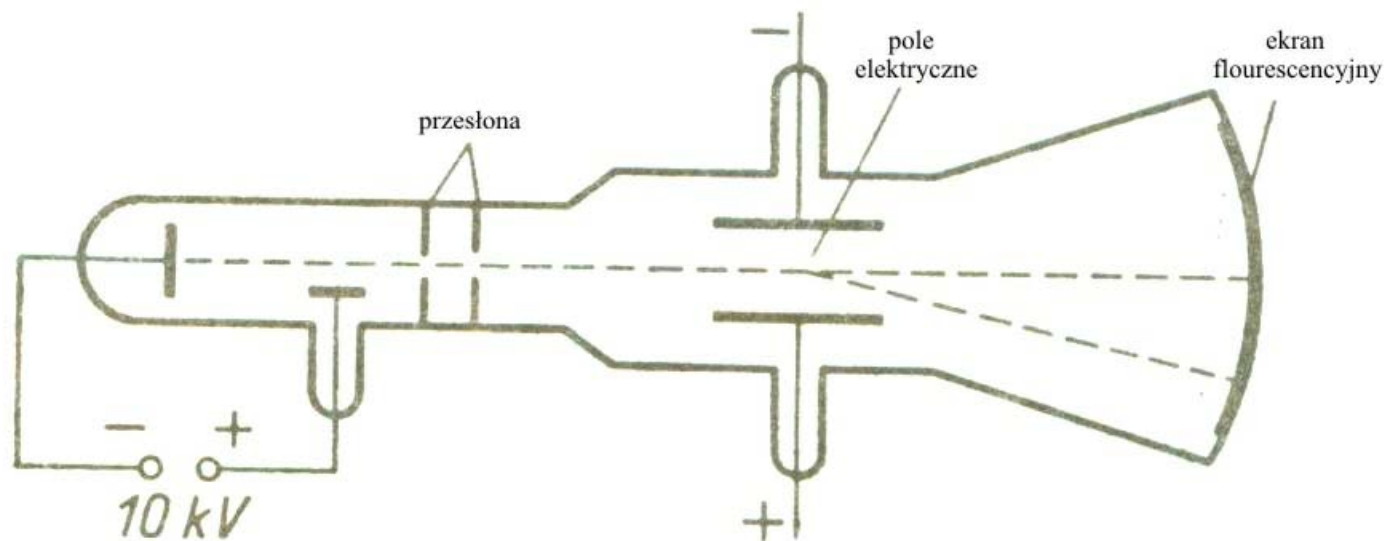
Obliczenia stechiometryczne:



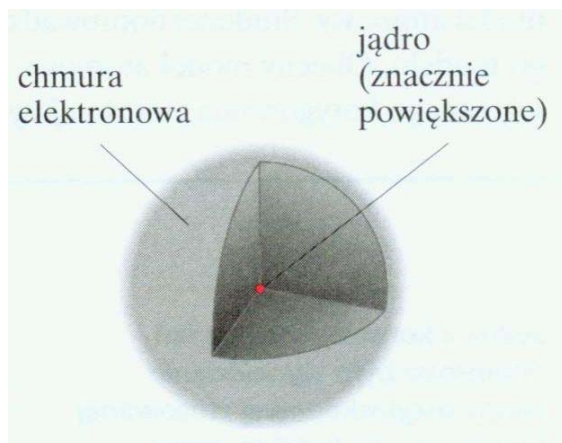
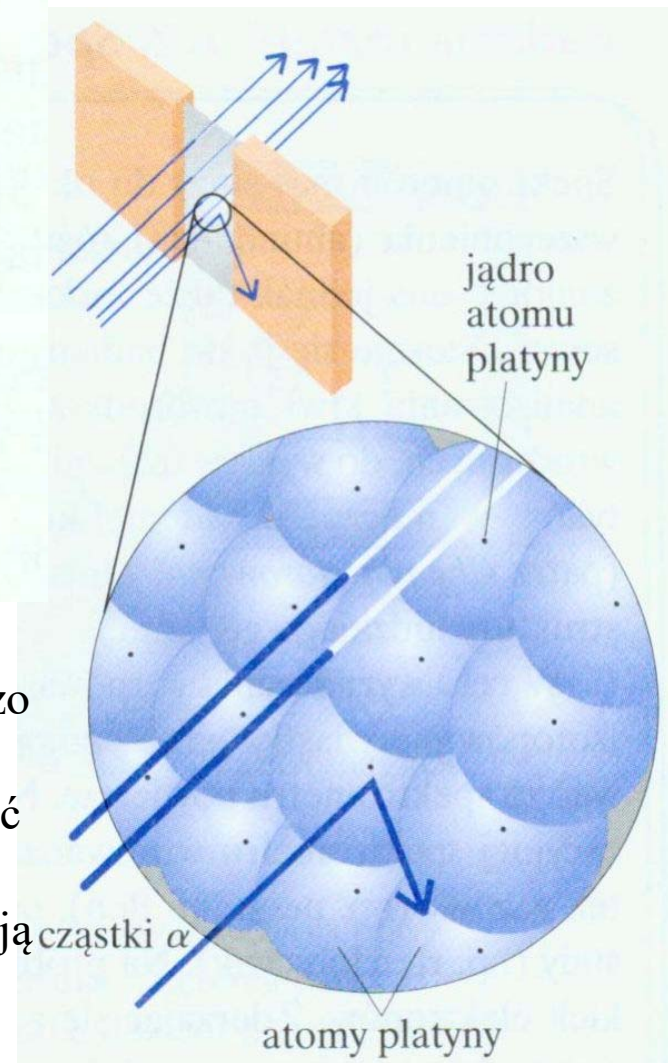
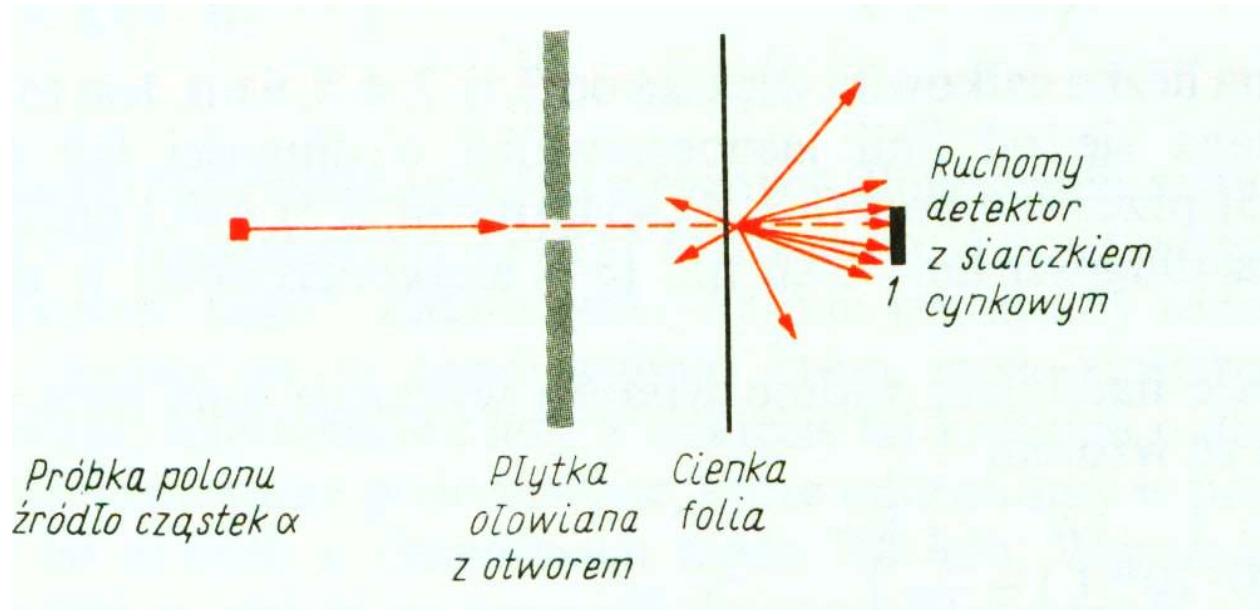
- 1. Prawo zachowania masy:** 2g wodoru reaguje z 16g tlenu i powstaje 18g wody – sumy mas substratów i produktów są sobie równe.
- 2. Prawo stosunków stałych:** stosunek wodoru do tlenu w wodzie jest jak 2:1. (2/1 g/mol H_2 : 16/16 g/mol O_2)
- 3. Prawo stosunków wielokrotnych:** stosunek wodoru do tlenu w H_2O – 2:1, stosunek wodoru do tlenu w H_2O_2 – 2:2

Odkrycie elektronów – promieniowanie katodowe

Elektrony emitowane przez ujemnie naładowaną katodę w rurce próżniowej, ulegają odchyleniu w polu elektrycznym w kierunku dodatniej elektrody i powodują fluorescencję na ekranie.

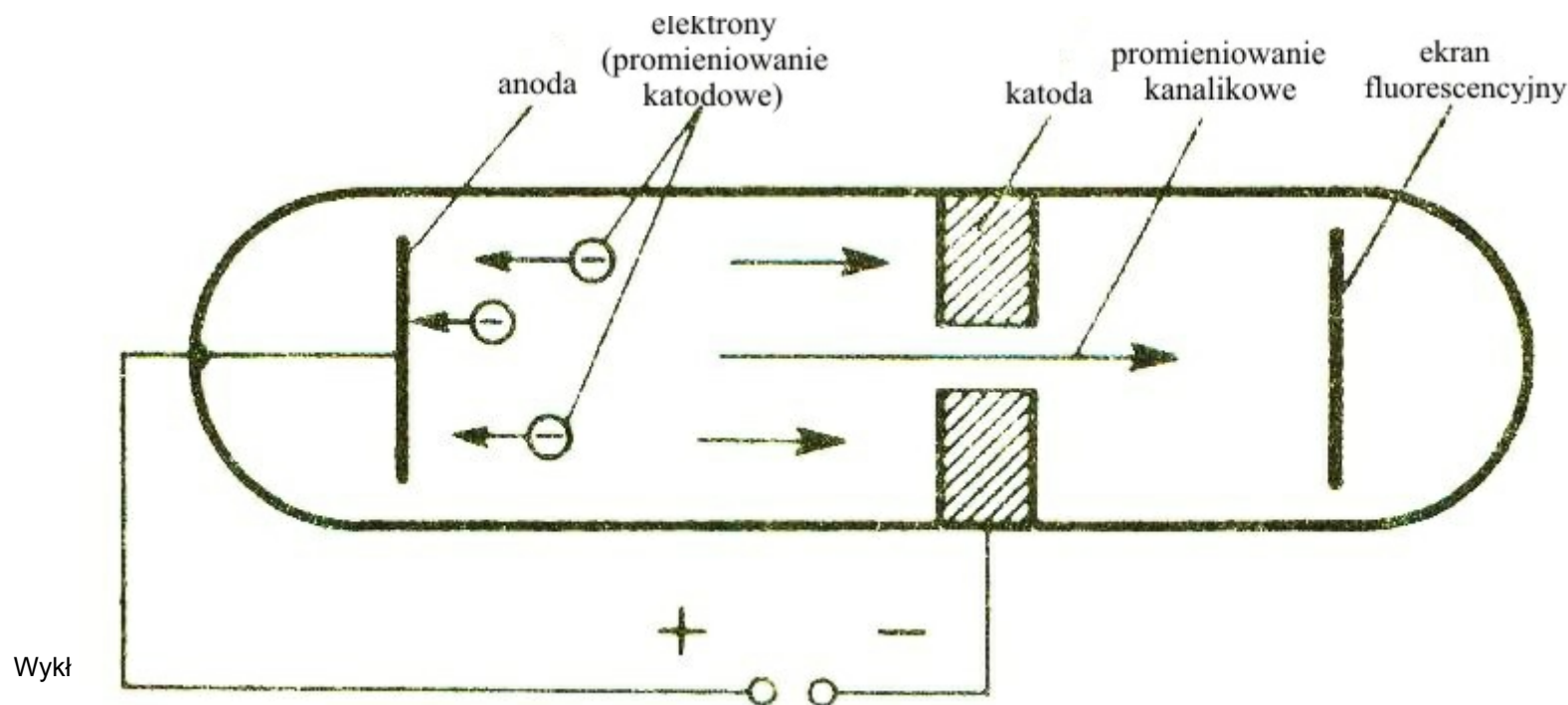


Doświadczenie Rutherforda – przenikanie cząstek α , przez cienkie folie metalowe:



Masa atomu skupiona jest w bardzo małej objętości w porównaniu do objętości atomu, dlatego większość cząstek α przenika przez folię platynową, a tylko nieliczne ulegają odbiciu

Promienie katodowe jonizują silnie rozrzedzony gaz, obecny w lampie, co powoduje powstanie promieniowania kanalikowego o przeciwnym kierunku. Można go obserwować po wydrążeniu kanalików w katodzie, przez które to promieniowanie przechodzi na luminofor.






Jądrowa koncepcja budowy atomu:

- Atom składa się z dodatnio naładowanego jądra, skupiającego prawie całą masę atomu i krążących wokół jądra elektronów, przyciąganych siłami elektrostatycznymi, które zubożniają zgromadzony w jądrze ładunek dodatni.
- Elektrony, zwłaszcza najbardziej zewnętrzne, są odpowiedzialne za własności, optyczne, magnetyczne i chemiczne atomów.
- Rozmiary atomów są kilka rzędów wielkości większe w porównaniu z rozmiarami jąder.

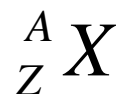
Budowa jądra atomowego

- Jądro atomowe składa się z dodatnio naładowanych protonów i elektrycznie obojętnych neutronów. Składniki jądra atomowego (protony i neutrony) określa się wspólną nazwą **nukleony**.
- Masy protonów i neutronów są zbliżone do siebie.
- Liczba protonów w jądrze (równa liczbie elektronów) jest nazywana **liczbą atomową (Z)** i determinuje rodzaj pierwiastka.
- Łączna liczba protonów i neutronów (nukleonów) stanowi o masie całego jądra – jest to **liczba masowa (A)**.
- Atomy o identycznej liczbie protonów, ale różnej liczbie neutronów (różnej liczbie masowej) to **nuklidy izotopów** danego pierwiastka.



Izotopy danego pierwiastka wykazują na ogół takie same własności fizyczne i chemiczne. Niewielkie różnice można wykryć odpowiednio czułymi metodami analitycznymi (np. Spektroskopia masowa)

Zapis symboli poszczególnych izotopów wykonuje się wg schematu



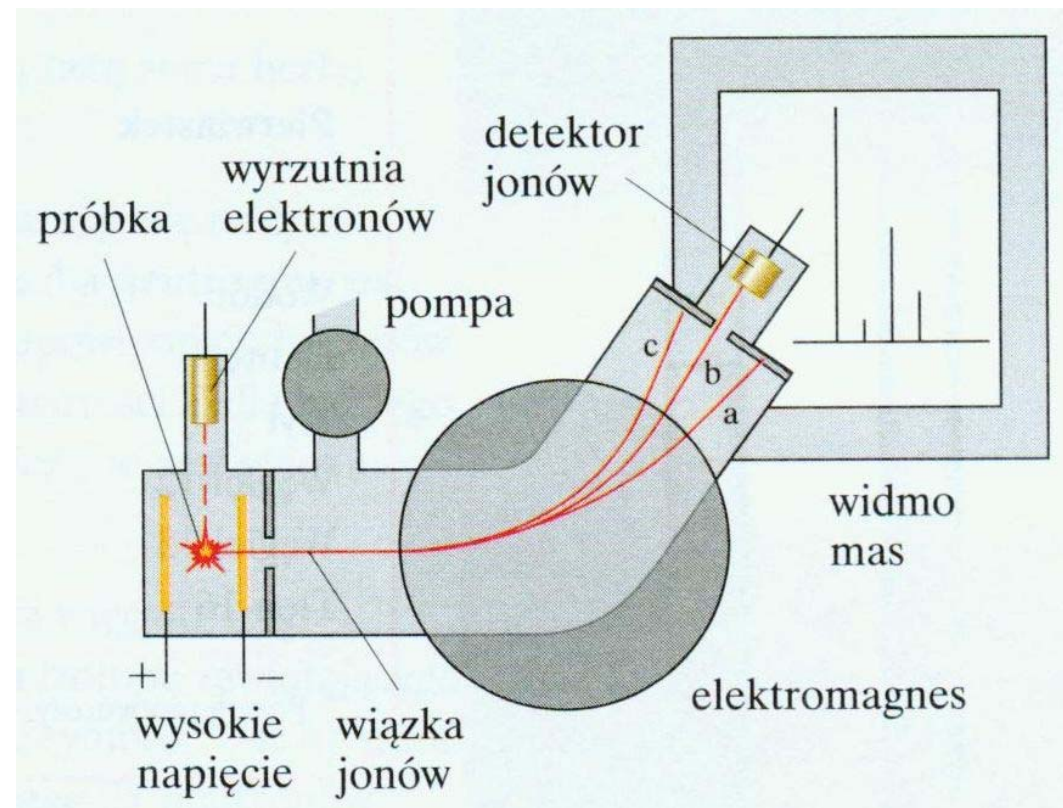
Gdzie X – symbol pierwiastka

A – liczba masowa

Z – liczba atomowa

Schemat działania spektrometru masowego

Atomy próbki są jonizowane przez szybkie elektrony, a następnie przyspieszane w polu magnetycznym. W zależności od prędkości cząstek tor ich ruchu ulega zakrzywieniu pod innym kątem. Prędkość cząstek z kolei zależy od masy cząstek, stąd znając kąt ugięcia toru cząstek, można wyznaczyć ich masę.





Względna masa atomowa – masa atomu względem umownej jednostki, równej 1/12 masy nuklidu atomu węgla ^{12}C . Analogicznie określa się względną masę cząsteczkową.

Masa molowa – masa takiej liczby atomów lub cząsteczek, wyrażona w gramach, aby jej wartość liczbowa była równa względnej masie atomowej lub cząsteczkowej. Taka ilość cząstek nazywana jest molem danej substancji.

Parametrem wiążącym względną i bezwzględną masę atomową jest liczba Avogadra w przybliżeniu wynosząca:

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Określa ona ilość cząstek w jednym molu substancji. Dzieląc masę molową przez liczbę Avogadra można obliczyć bezwzględną masę atomów lub cząsteczek.

Dla atomu wodoru:

$$m_H = 1,0079 : 6,02 \times 10^{23} = 1,67 \times 10^{-24} \text{ g}$$

W przypadku substancji gazowych (stosujących się do praw gazu doskonałego) – objętość jednego mola cząstek w warunkach normalnych ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 atm) wynosi ok. 22,4 l/mol

Metody rozdziału izotopów

- Wymiana azotu: $^{15}\text{NH}_3 + ^{14}\text{NH}_4^+ = ^{14}\text{NH}_3 + ^{15}\text{NH}_4^+$
- Elektroliza wody – D_2O trudniej ulega hydrolizie
- Różnice parowania lżejszych i cięższych atomów (neon)
- Różnice w szybkości dyfuzji (UF_6)
- Metody elektromagnetyczne
- Spektroskopia masowa (wykrywanie i oznaczanie zawartości izotopów)
- Izotopy promieniotwórcze można wykryć i oznaczyć dzięki wydzielanemu przez nie promieniowaniu α , β^- , β^+ , γ

Energia wiązania nukleonów w jądrze.

Dla atomu berylu (${}^9\text{Be}$) – jądro zawiera 4 protony i 5 neutronów, a wokół jądra krążą 4 elektrony. W stanie wolnym łączna masa tych cząstek wynosiłaby:

$$4 \text{ elektrony} - 4 \times 0,0005486 = 0,0021944 \text{ u}$$

$$4 \text{ protony} - 4 \times 1,0072764 = 4,0291056 \text{ u}$$

$$5 \text{ neutronów} - 5 \times 1,0086650 = 5,0433250 \text{ u}$$

$$\text{razem} \qquad \qquad \qquad 9,0746250 \text{ u}$$

Natomiast oznaczona masa atomowa berylu to 9,01218 u, czyli jest mniejsza o 0,0624 u od obliczonej!



Z teorii względności Einsteina:

$$E = mc^2$$

gdzie: E – energia, m – masa, c – prędkość światła (ok. 3×10^8 m/s)

a ponieważ

$$1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

to

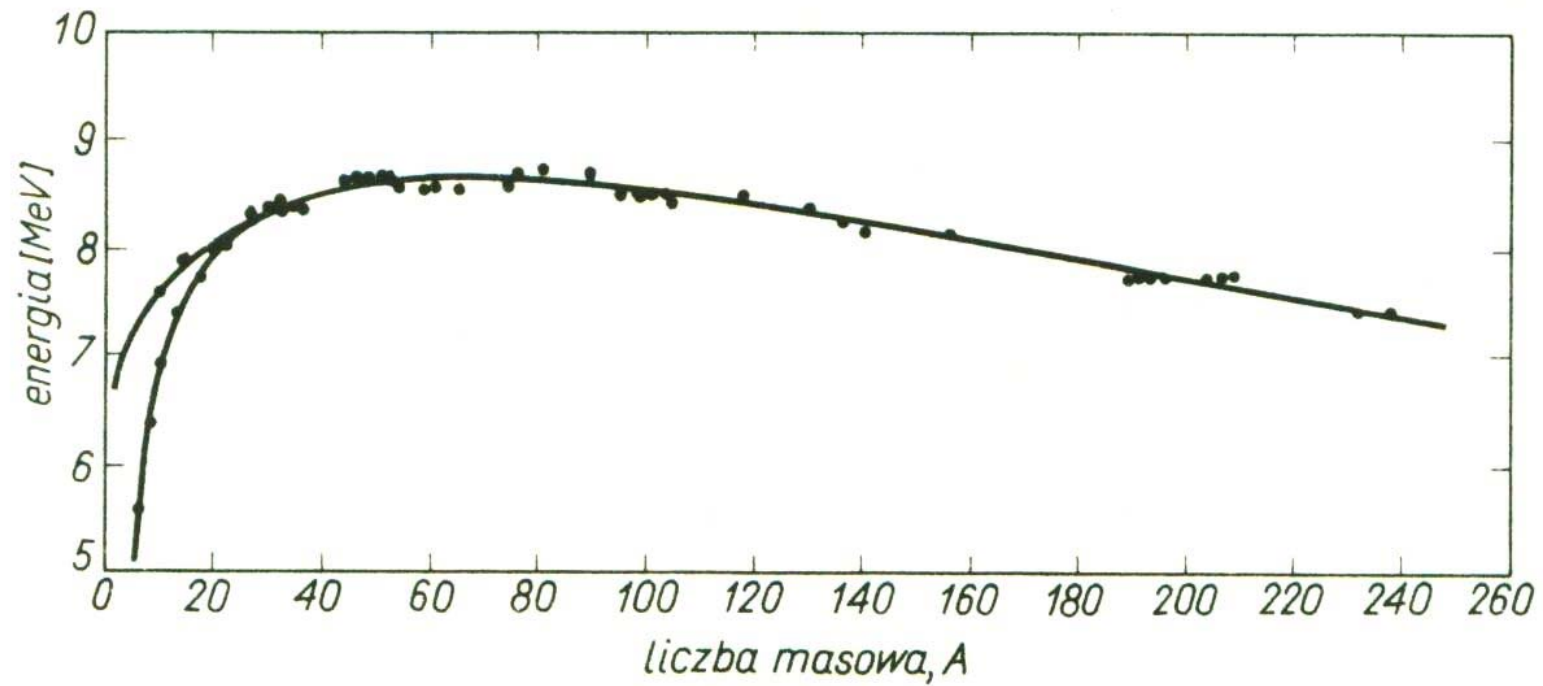
$$E = 931,5 \text{ MeV} = 1,492 \times 10^{-10} \text{ J}$$

więc energia wiązania jądra berylu wynosi:

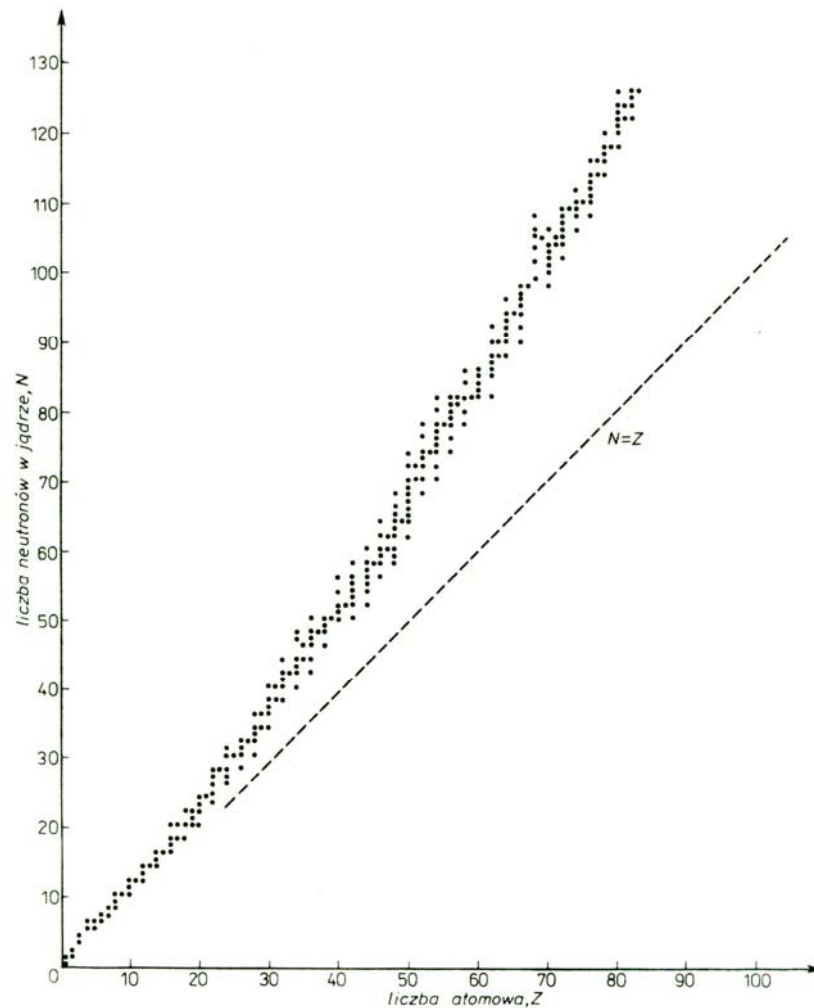
$$931,5 \text{ MeV} \times 0,0624 = 58,13 \text{ MeV}$$

a dla jednego nukleonu w jądrze – 6,46 MeV

Energia wiązania nukleonu w jądrach o różnych liczbach masowych

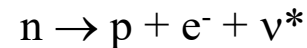


Zawartość neutronów w trwałych jądrach atomowych w zależności od liczby protonów.

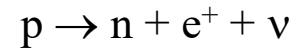


Samorzutne przemiany jądrowe

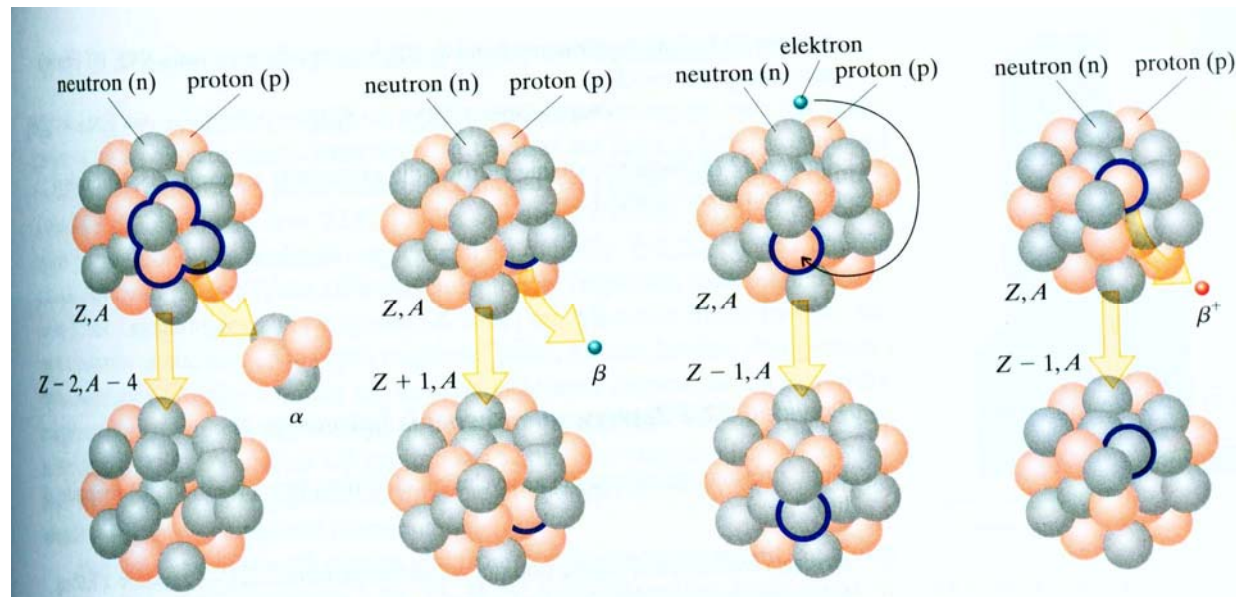
1. Promieniowanie β^- czyli emisja elektronu e^- , który powstaje w wyniku przekształcenia neutronu w proton, zwiększa o jednostkę liczbę atomową, nie zmieniając liczby masowej:



2. Promieniowanie β^+ (nie występuje w naturalnych przemianach jądrowych) czyli emisja pozytronu e^+ , powstającego z przekształcenia protonu w neutron, zmniejsza o jednostkę liczbę atomową nie zmieniając liczby masowej:



3. Promieniowanie α , czyli emisja jąder izotopu helu ${}^4\text{He}$, zmniejsza o dwie jednostki liczbę atomową, a liczbę masową zmniejsza o cztery jednostki
4. Promieniowanie γ , czyli promieniowanie elektromagnetyczne, nie powoduje zmiany liczby atomowej ani masowej, zmniejsza tylko energię układu



Szybkość rozpadu promieniotwórczego

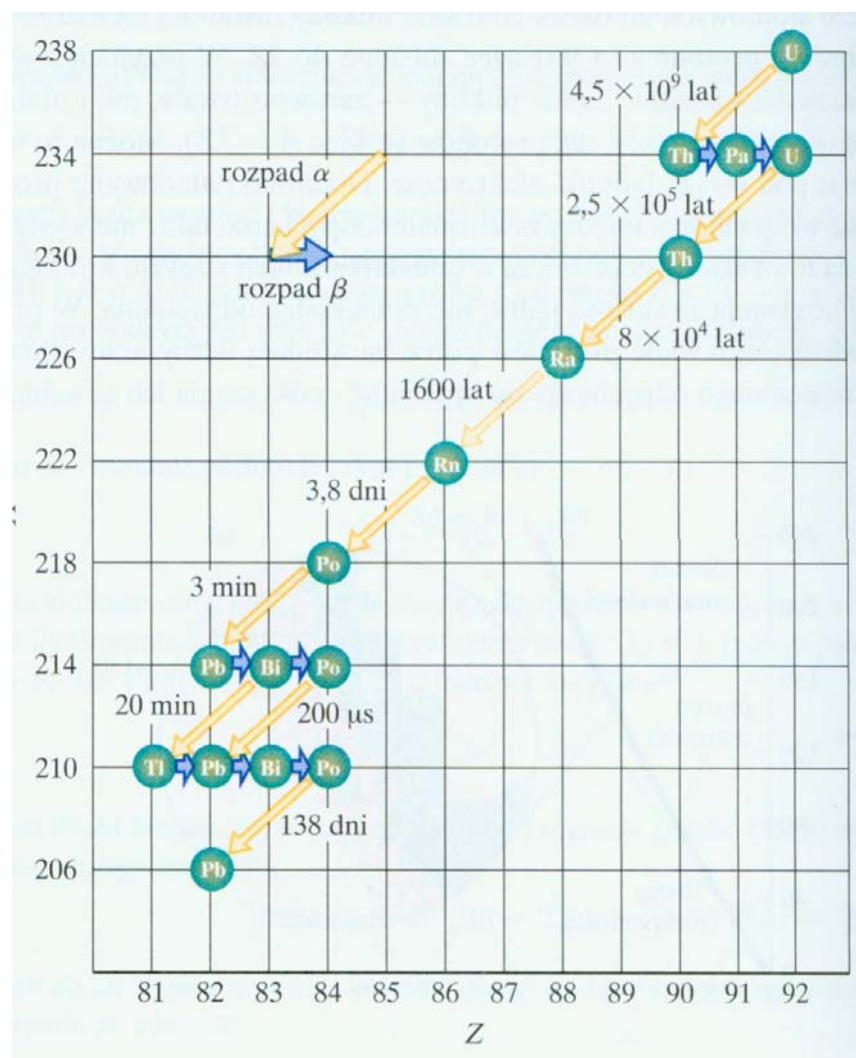
$$-\frac{dN}{dt} = \lambda N$$

Zmiana liczby atomów (dN) w czasie (dt) – czyli szybkość rozpadu promieniotwórczego, jest wprost proporcjonalna do liczby jeszcze nie rozłożonych atomów (N). Stała proporcjonalności (λ) nosi nazwę stałej rozpadu promieniotwórczego.

Czas połowicznego rozpadu

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

W wyniku rozpadu promieniotwórczego atomu powstaje inny atom, najczęściej również promieniotwórczy, o innym czasie połowicznego rozpadu. Po odpowiednio długim czasie wytwarza się równowaga promieniotwórcza, a wszystkie powstające pierwiastki tworzą szereg promieniotwórczy. Poniżej szereg promieniotwórczy uranu-238.



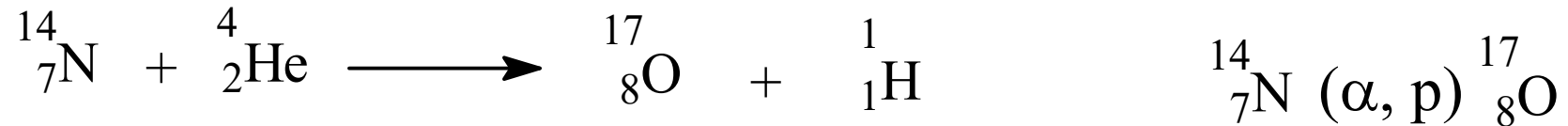


Reakcje jądrowe

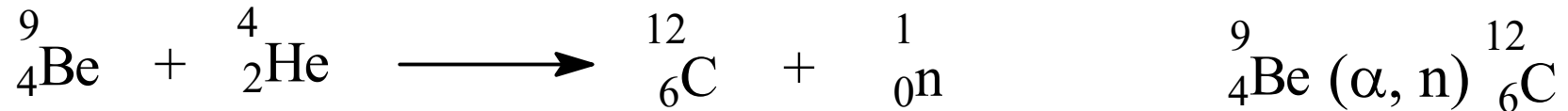
- Proste reakcje jądrowe
- Kruszenie jąder
- Rozszczepianie jąder
- Reakcje termojądrowe

Proste reakcje jądrowe

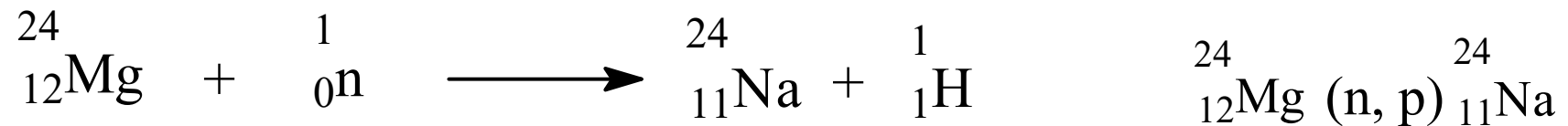
1. Transmutacja azotu do tlenu:



2. Przemiana berylu w węgiel z emisją neutronów:



3. Przemiana magnezu w sód:



Reakcje rozszczepienia jąder atomowych



Liczby masowe X i Y zawierają się w przedziale 72 – 161

Schemat reakcji łańcuchowej

