

Modele atomu wodoru

Modele atomu wodoru

Thomson'a

Rutherford'a

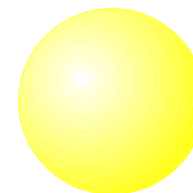
Bohr'a

Co to jest atom? – trochę historii

Demokryt: V w. p.n.e

najmniejszy, niepodzielny metodami chemicznymi składnik materii.

atomos - niepodzielny



XVII i XVIII i XIX w. n.e.

- osiągnięcia w nowoczesnej chemii (Proust, Gay-Lussac, Lavoisier, Dalton etc.)

hipoteza Avagadro
($N_A = 6.022 \times 10^{23}$ atomów/mol)

masa atomowa

$u \approx 1.66 \times 10^{-27}$ kg

rozmiar $\approx 1 \text{ \AA}$ (1×10^{-10} m)

jeden typ atomu dla każdego pierwiastka

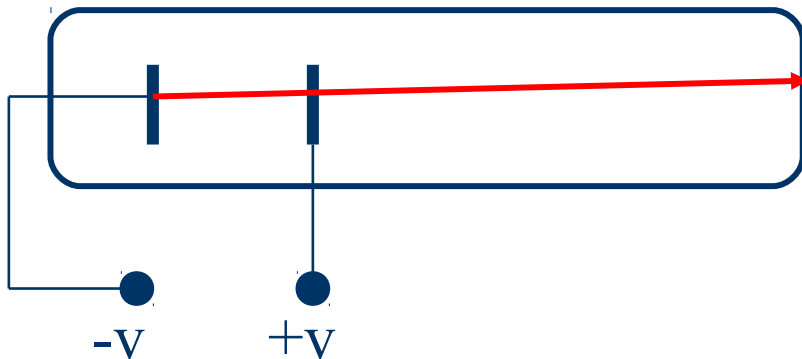
Dalton – powrót atomistycznej koncepcji budowy materii

robiąc pomiary mas atomowych spostrzegł, że masy atomowe są wielokrotnościami masy atomu wodoru

Co to jest atom? – trochę historii

Odkrycie elektronu

badanie elektrycznych wyładowań w gazach w XIX w. – „promienie katodowe”



Thomson badał promieniowanie ultrafioletowe powstające w lampie katodowej. Zainspirowany pracami Maxwella stwierdził, że promienie katodowe są strumieniem ujemnie naładowanych cząstek, które nazwał korpuskułami, a które dziś znamy jako **elektrony**.

1897 J.J. Thompson

„promienie katodowe” mają masę
masa ta jest proporcjonalna do
ładunku

wyznaczył doświadczalnie q/m w
„promieniach katodowych” i
udowodnił że są to cząstki -
elektrony

Później Miliken wyznaczył ładunek
elektronu $= 1.60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
więc można było wyliczyć jaka
jest jego masa $= 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Co wiedzano o atomach w XIX w.?

Atomy są stabilne:

Wszystkie atomy które tworzą świat wokół nas są tymi samymi atomami uformowanymi biliony lat temu

Atomy zawierają elektrony

które mają masę (0.05% atomu) i posiadają ładunek ujemny

Atomy posiadają też ładunek dodatni

aby atom był elektrycznie obojętny

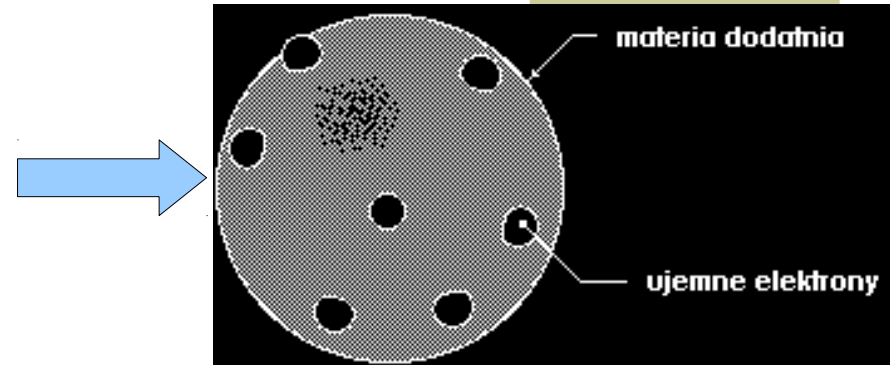
Atomy emitują i absorbują światło

np. gazowy wodór (albo sód) pochłania tylko wybrane długości fal padającego promieniowania e-m, ale także odpowiednio „pobudzony” potrafi emitować promieniowanie e-m o tych samych długościach fal.

Pierwsze modele atomu

Model atomu – Thomson

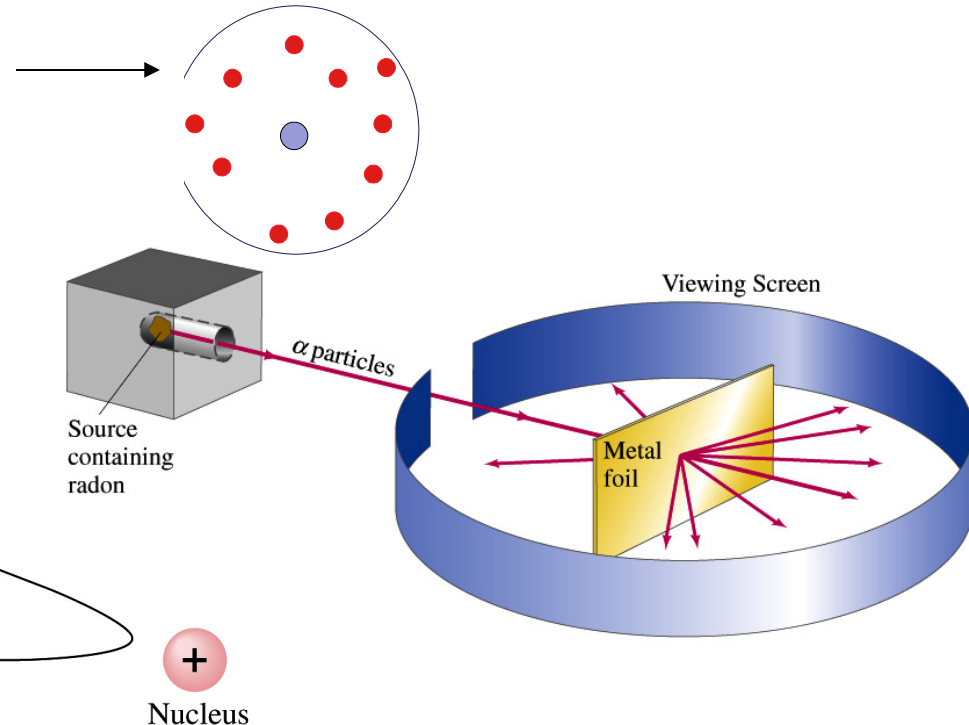
model „ciasteczka z rodzynkami”
dodatnio naładowany kulisty atom z
elektronami o ujemnych ładunkach
rozmeszczonych w środku



Model atomu – Rutherford

odkrył, że dodatnio naładowane **jąd**ro
atomu skupia w sobie większość masy
i jednocześnie jest bardzo małe
($\sim 10^{-15}\text{m}$) w porównaniu z rozmiarami
całego atomu ($\sim 10^{-10}\text{m}$)

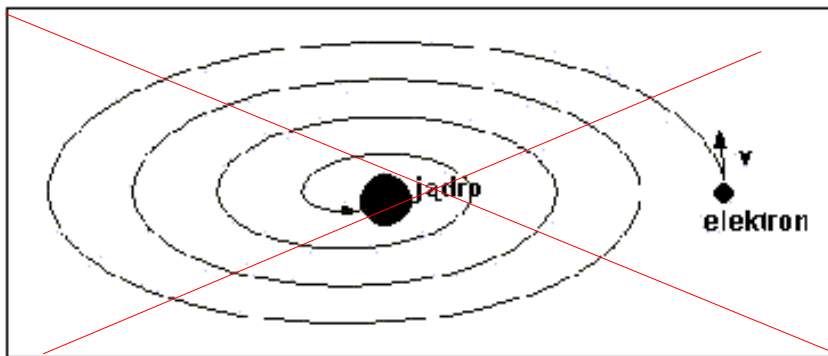
Atom jest w 99.9999999999 % pusty
Elektrony poruszają się wokół jądra (ale
jak???)



Pierwsze modele atomu

Dlaczego, gdy atom jest w spoczynku, elektrony poruszając się ruchem przyspieszonym wokół jądra nie emitują fali elektromagnetycznej?

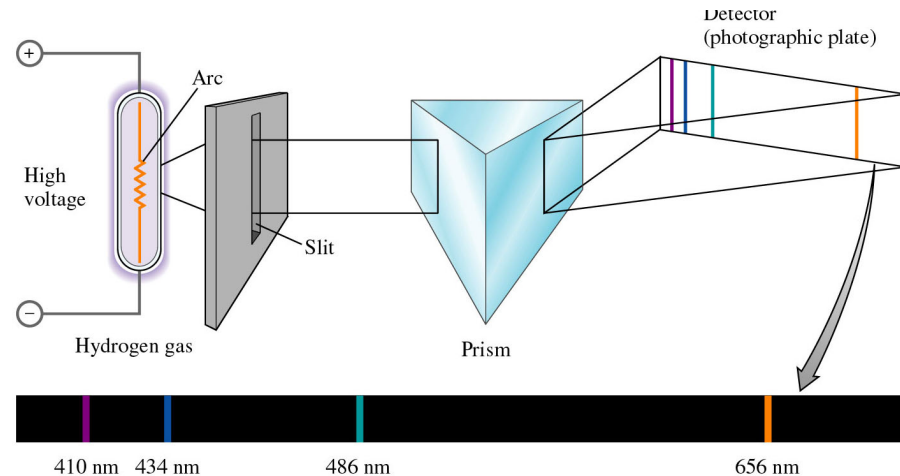
dlaczego elektrony nie spadają na jądro?



W planetarnym modelu atomu, elektron powinien wypromieniowywać energię i po spirali spaść na jądro.

Atomy emitują i absorbują światło, ale dlaczego atomy emitują (absorbują) tylko wybrane dł. fali światła? - problem z widmami atomowymi.

Przykład: dł.fali emitowane przez wodór



(b)

Promieniowanie wodoru jest „dyskretne” -
widmo liniowe

Długości fal „prążków” spełniają pewną zależność:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$R \approx 1.1 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

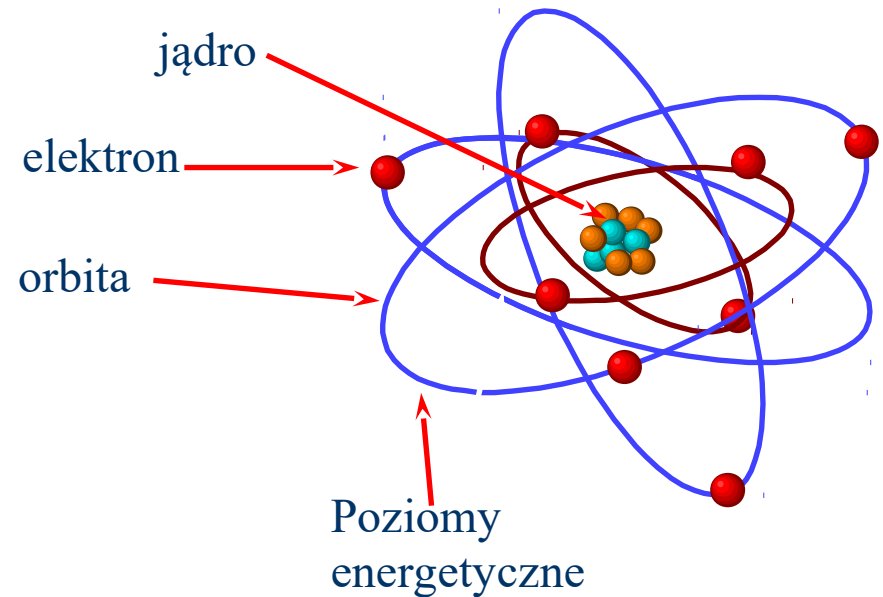
Model atomu Bohra

Założenia:

Elektrony są przyciągane przez jądro siłą elektrostatyczną Coulomba

Elektrony poruszają się tylko po kołowych orbitach i tylko niektóre z tych orbit są stabilne!

Tym orbitom odpowiadają określone energie elektronu
- zatem elektron może mieć tylko określone energie!!!
(znowu kwantyzacja energii!!!
podobnie jak u Planck'a)



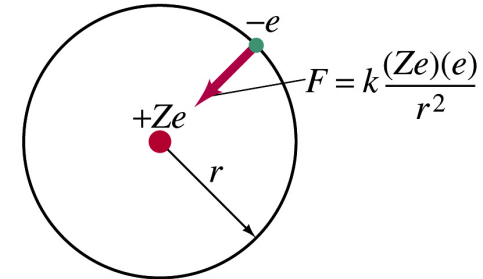
Model Bohra atomu wodoru

Postulat 1 : Elektrony są przyciągane przez jądro siłą elektrostatyczną Coulomba, zatem

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{ke^2}{r^2}$$

siła dośrodkowa

siła Coulomb'a



Postulat 2: Dozwolone są tylko te orbity które zapewniają, że moment pędu elektronu jest wielokrotnością stałej Planck'a !!!

Orbity elektronów są skwantowane !!!

$$mvr = n\hbar$$

wartość momentu pędu

$$\hbar = \frac{h}{2\pi}$$

Model Bohra atomu wodoru

Z tych postulatów można wyznaczyć promień orbity:

Postulat 2

$$v = \frac{n\hbar}{mr}$$

Postulat 1

$$rmv^2 = ke^2$$

$$rm \frac{n^2 \hbar^2}{m^2 r^2} = ke^2$$

$$\frac{n^2 \hbar^2}{mr} = ke^2$$

Widać, że promień orbity zależy tylko od **n** - pewnej liczby całkowitej – orbity elektronu możemy zatem numerować



$$r = \frac{n^2 \hbar^2}{mke^2} = n^2 a_0$$

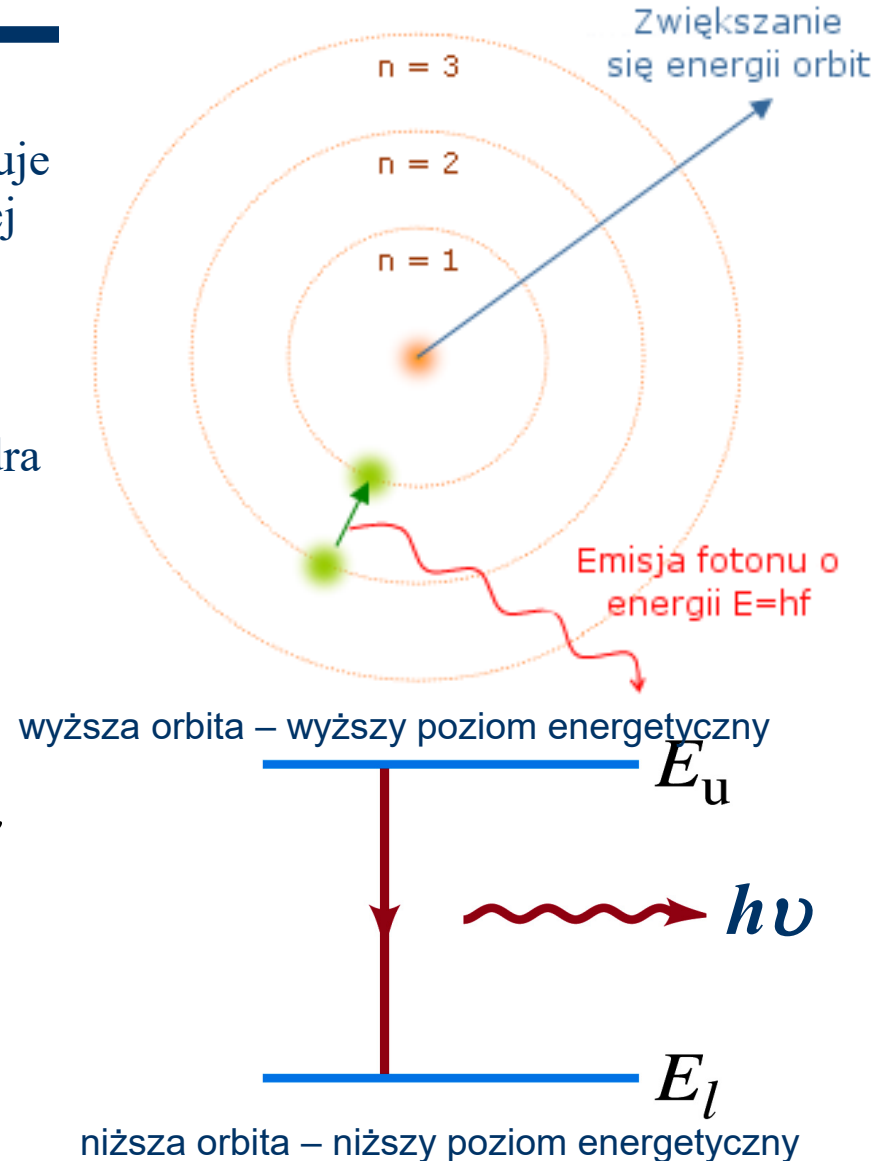
Model atomu Bohra

Atom promieniuje jeśli elektron przeskakuje z orbity dalszej od jądra na orbitę bliżej jądra

Atom absorbuje promieniowanie jeśli elektron przeskakuje z orbity bliżej jądra na orbitę dalszą od jądra

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2} [\text{eV}]$$

$$E_u - E_l = -13.6 \left[\frac{1}{n_u^2} - \frac{1}{n_l^2} \right] [\text{eV}] = h\nu$$

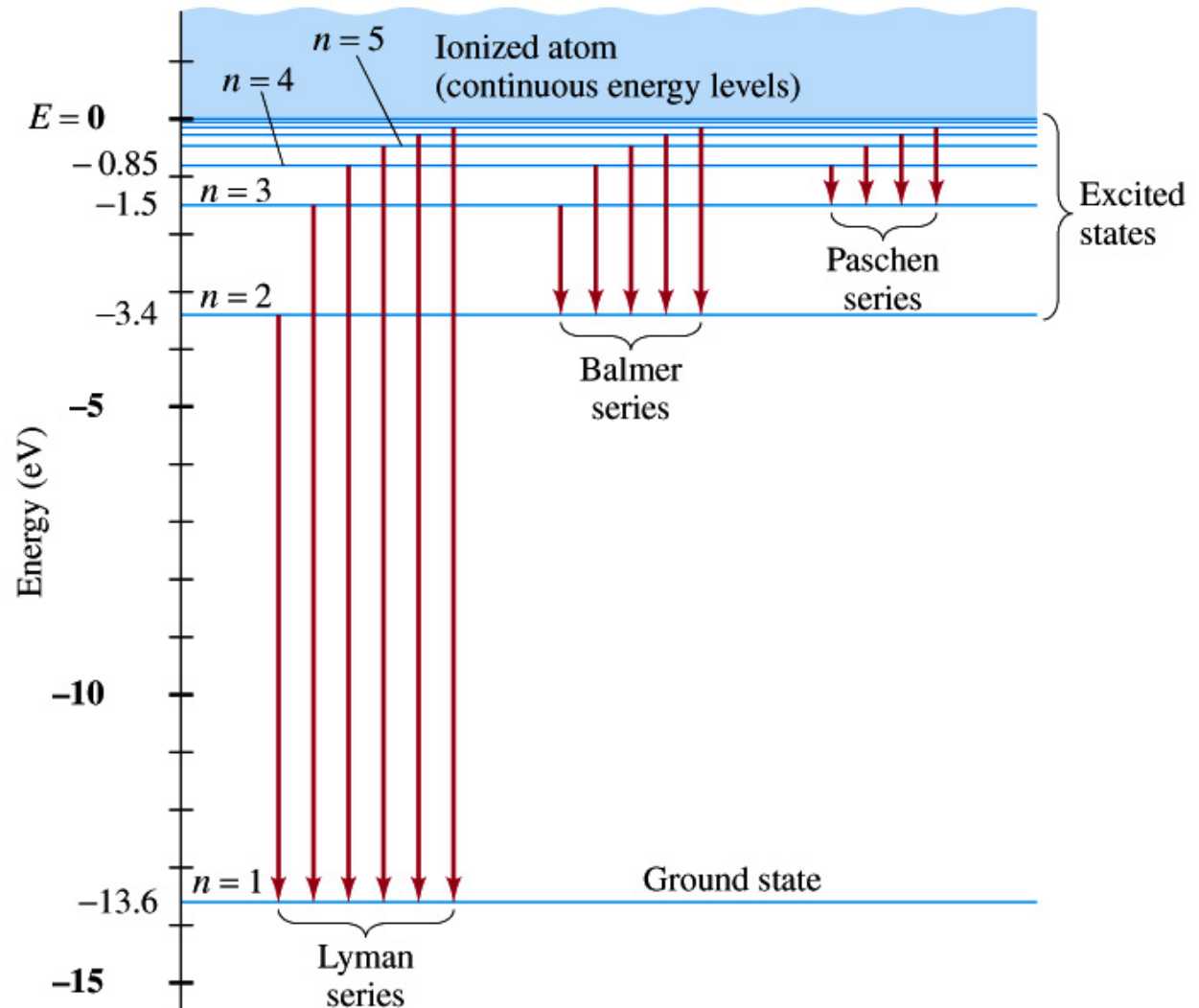


Model Bohra atomu wodoru

Schemat poziomów energetycznych w atomie wodoru.

Liczba kwantowa n oznacza numer poziomu.

Możliwe są różne sposoby „spadania” elektronu na niższe poziomy – odpowiadają temu tzw. Serie Lymana, Balmera, Paschena... od nazwisk ich odkrywców.



Model Bohra atomu wodoropodobnego

Niestety! Dziś model Bohra ma znaczenie tylko historyczne.

Model Bohr'a daje dobre rezultaty tylko dla atomu wodoru (lub atomów tzw. wodoropodobnych – tzw. jedno-elektronowych: zjonizowany atom He^+ , dwukrotnie zjonizowany atom Li^{++})

Nie można wyjaśnić za pomocą niego widm liniowych wielu gazów – pierwiastków „wielo-elektronowych” - zatem **model ten jest niepełny!!!**

Postulaty Bohra dość dowolnie traktują prawa fizyki klasycznej - akceptują prawo Coulomba, odrzucają prawa klasycznej elektrodynamiki dot. promieniowania elektromagnetycznego

Obecnie traktuje się ten model jako początkowe stadium rozwoju teorii atomu - tzw. stara teoria kwantów.

Obecnie budowę atomu opisuje się za pomocą „**mechaniki kwantowej**” - matematycznie bardzo skomplikowana teoria