$$E = nh\nu,$$

gdzie E oznacza energię oscylatora, ν – częstotliwość drgań, n – liczbę naturalną, a h jest stałą, nazwaną potem stałą Plancka. Wychodząc od takiego stwierdzenia Planckowi udało się wyjaśnić postać rozkładu promieniowania ciała doskonale czarnego. Zagadnienie to nie mogło być rozwiązane na gruncie fizyki klasycznej. Więcej informacji o tym problemie znajduje się np. w [2].

Mechanika kwantowa pokazała, że założenie Plancka o energii oscylatorów było nie do końca słuszne. Okazuje się bowiem, że prawidłowe wyrażenie ma postać $E = (n + \frac{1}{2})h\nu$. Jednak w modelu Plancka istotne były różnice pomiędzy kolejnymi wartościami energii, te zaś są takie same w obydwu przypadkach.

Zjawisko fotoelektryczne posiada kilka właściwości, których nie można wytłumaczyć na gruncie falowej teorii światła.

1. Teoria falowa przewiduje, że rejestrowana energia kinetyczna elektronów powinna rosnąć nieograniczenie wraz ze wzrostem natężenia światła padającego na fotokatodę. Doświadczenie pokazuje jednak, że dla danej długości fali światła padającego, istnieje pewna maksymalna wartość energii kinetycznej fotoelektronów, niezależna od natężenia oświetlenia fotokatody.

2. Na gruncie teorii falowej można dojść do wniosku, że zjawisko fotoelektryczne powinno zachodzić dla dowolnej częstotliwości fali padającej. Okazuje się tymczasem, że istnieje minimalna częstotliwość fali, poniżej której emisja fotoelektronów nie zachodzi, niezależnie od wielkości natężenia światła docierającego do fotokatody.

3. Jeżeli elektron znajdujący się w metalu pobierałby energię od fali świetlnej o słabym natężeniu, to powinno istnieć mierzalne opóźnienie pomiędzy rozpoczęciem oświetlania fotokatody, a emisją fotoelektronu. W trakcie tego czasu elektron „gromadziłby" energię pochodzącą od fali elektromagnetycznej, a potrzebną na opuszczenie powierzchni metalu. W doświadczeniu opóźnienie nie pojawia się, a prąd fotoelektronów występuje albo natychmiast, albo wcale (patrz punkt poprzedni).

$$h\nu = E_0 + E_{kmax}. \tag{2}$$

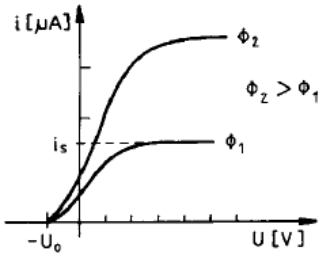
E_0 jest energią potrzebną na wyrwanie elektronu z powierzchni metalu, nazywa się ją *pracą wyjścia*. E_{kmax} oznacza energię kinetyczną fotoelektronu. Indeks $_{kmax}$ sygnalizuje, że chodzi o fotoelektron, który nie tracił energii pochłoniętej od fotonu na zderzenia wewnątrz metalu. Powyższe równanie nazywane jest czasem *wzorem Einsteina dla zewnętrznego efektu fotoelektrycznego*.

Teoria Einsteina wyjaśnia zjawiska, z którymi nie radziła sobie teoria falowa.

Ad 1. Maksymalna energia kinetyczna fotoelektronów związana jest tylko z energią poszczególnych fotonów, a nie z ich ilością (natężeniem oświetlenia).

Ad 2. Aby efekt fotoelektryczny zaszedł, potrzebne jest pochłonięcie fotonu o energii większej bądź równej od pracy wyjścia danego metalu. Fotony, którym odpowiada większa długość fali (i mniejsza energia) nie są w stanie wyrwać elektronu.

Ad 3. W teorii fotonowej nie występuje żadne „gromadzenie" energii przez elektrony, które praktycznie natychmiast pochłaniają energię fotonu i ewentualnie opuszczają fotokatodę.



Rys. 91.3. Charakterystyki napięciowo–prądowe fotokomórki próżniowej wykonane dla dwóch różnych wartości strumienia Φ i tej samej częstotliwości promieniowania

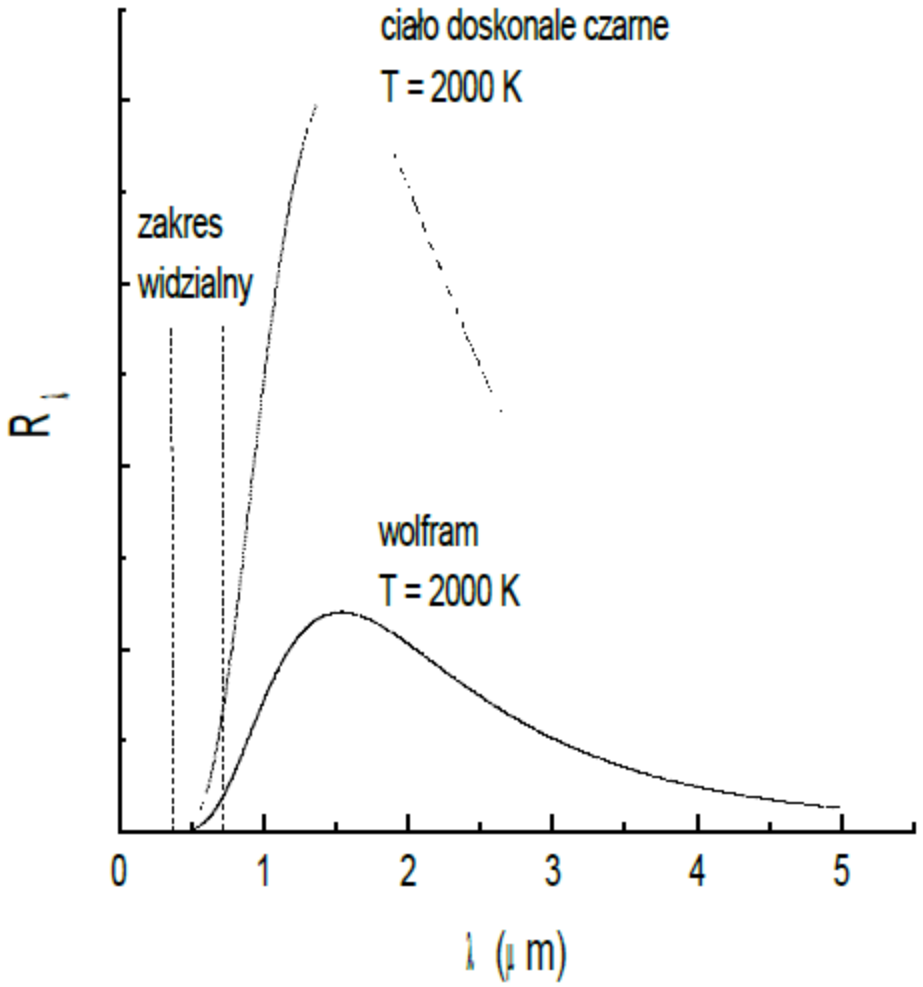
Zjawisko fotoelektryczne jest wykorzystywane w fotokomórkach i zarazem fotokomórka jest elementem pozwalającym na jego badania. Najprostsza fotokomórka jest szklaną bańką, w której są dwie elektrody: anoda i katoda. Anodę stanowi cienki drucik, podczas gdy katoda ma stosunkowo dużą powierzchnię. Padające na katodę promieniowanie wybija z niej elektrony. Jeżeli do elektrod oświetlanej lampy podłączymy galwanometr wskaże on przepływ prądu. Prąd ten, o bardzo małym natężeniu, jest wynikiem tego, że wybijane z katody elektrony mają pewne prędkości i tym samym energię kinetyczną. Energię tą można określić mierząc napięcie U potrzebne do wyhamowania elektronów. Elektron mający energię E zostanie wyhamowany, jeżeli przyłoży się napięcie hamujące U spełniające warunek

$$E = eU,$$

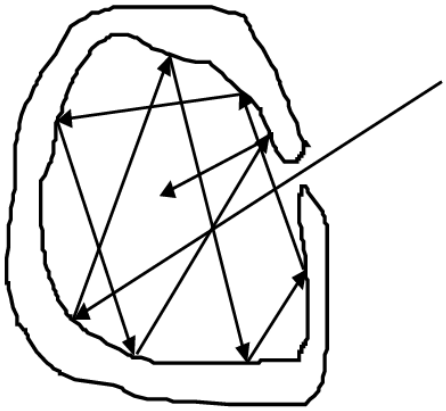
Promieniowanie elektromagnetyczne wysyłane przez ogrzane (do pewnej temperatury) ciała nazywamy *promieniowaniem termicznym*. Wszystkie ciała *emitują* takie promieniowanie do otoczenia, a także z tego otoczenia je *absorbują*. Jeżeli ciało ma wyższą temperaturę od otoczenia to będzie się oziębiać ponieważ szybkość promieniowania przewyższa szybkość absorpcji. Gdy osiągnięta zostanie równowaga termodynamiczna wtedy te prędkości będą równe. Za pomocą spektrometru możemy zanalizować światło emitowane przez te źródła tzn. dowiedzieć się jak silnie i jakie długości fal wypromieniowuje. Dla przykładu, na rysunku poniżej pokazane jest widmo promieniowania dla taśmy wolframowej ogrzanej do $T = 2000$ K.

Z przedstawionego wykresu i doświadczeń wynika, że:

- Widmo emitowane przez ciała stałe ma charakter *ciągły*,
- Szczegóły tego widma są prawie niezależne od rodzaju substancji,
- Widmo silnie zależy od temperatury.



CIAŁO DOSKONALE CZARNE



Ciałem doskonale czarnym nazywamy ciało, które w pełni pochłania całe padające na nie promieniowanie. Dla ciała doskonale czarnego $a_\nu(T) = 1$. Modelem ciała doskonale czarnego może być prawie zamknięta wnęka z niewielkim otworem. Światło wpadające przez otwór do wnętrza wnęki ulega wielokrotnemu odbiciu od ścianek przed tym jak wyjść przez otwór.

$$R_C = \sigma T^4 \ ,$$

gdzie σ jest uniwersalną stałą (stała Stefana - Boltzmana) równą $5.67 \cdot 10^{-8}$ W/(m^{2}K).

$$R_C = e\sigma T^4 \ ,$$

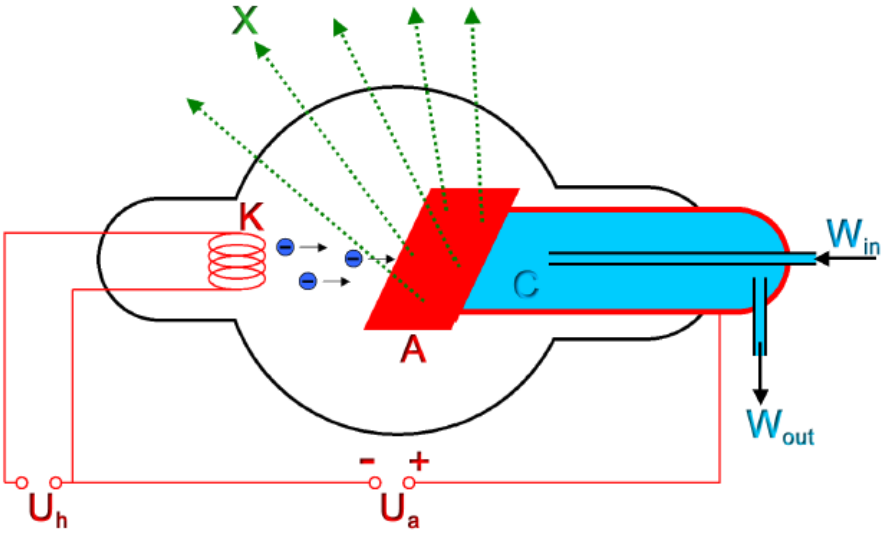
I postulat Bohra (stacjonarnych stanów atomu) zakłada, że istnieje tzw. stacjonarne stany atomu, w których elektron, wbrew regułom fizyki klasycznej, nie emituje promieniowania. W stanie stacjonarnym elektrony poruszają się w atomie po pewnych orbitach i nie wysyłają fal elektromagnetycznych.

II postulat Bohra (stacjonarnych orbit kwantowych) podaje sposób obliczania orbit elektronowych, odpowiadających stanom stacjonarnym. Zgodnie z tym postulatem elektron nie może poruszać się w atomie po dowolnych orbitach, lecz tylko po takich, dla których moment pędu elektronu L jest całkowitą wielokrotnością wielkości $\hbar$ („kreślonej" stałej Plancka):

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

gdzie $h = 6{,}62 \cdot 10^{-34}$ J s jest stałą Plancka

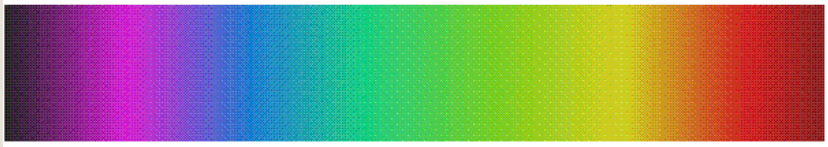
$$L_n = n\,\hbar \qquad n = 1, 2, 3, \ldots \qquad (31.1)$$



Promieniowanie rentgenowskie (zwane także promieniami X) są pasmem widma elektromagnetycznego odpowiadającym długościom fal z zakresu 0,01 ÷ 10 nm. Zostały przypadkowo odkryte przez fizyka niemieckiego, Wilhelma Röntgena, w 1985 roku. Z powodu długości fal rzędu typowych stałych krystalicznych są szeroko używane w krystalografii.

Typowym przemysłowo-naukowym źródłem promieni rentgenowskich jest *lampa rentgenowska* (rysunek 1.1). W bance szklanej wypełnionej wysokiej jakości próżnią zatopione są dwie elektrody: katoda K i anoda A. Do katody przyłożone jest napięcie żarzenia U_h powodujące emisję elektronów, które następnie są przyspieszane w kierunku anody poprzez napięcie anodowe U_a. Elektrony bombardują anodę i hamują oddziałując z jej materią. Widmo promieniowania takiej lampy jest superpozycją dwóch odrębnych składowych: ciągłego widma *promieniowania hamowania* oraz *widma charakterystycznego*.

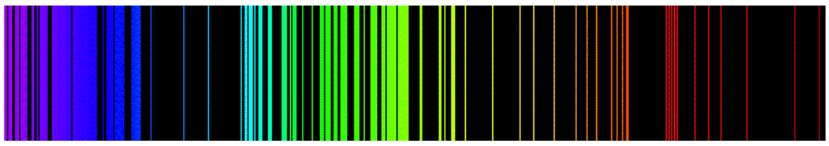
PRZYKŁADY WIDM



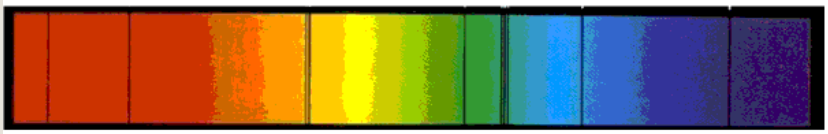
Ciągłe. Daje je żarówka żarnikowa i Słońce.

λ = <0,36μm – 0,72μm>

Emisyjne liniowe.
Dają je pary i gazy.



Liniowo-pasmowe
atomów żelaza

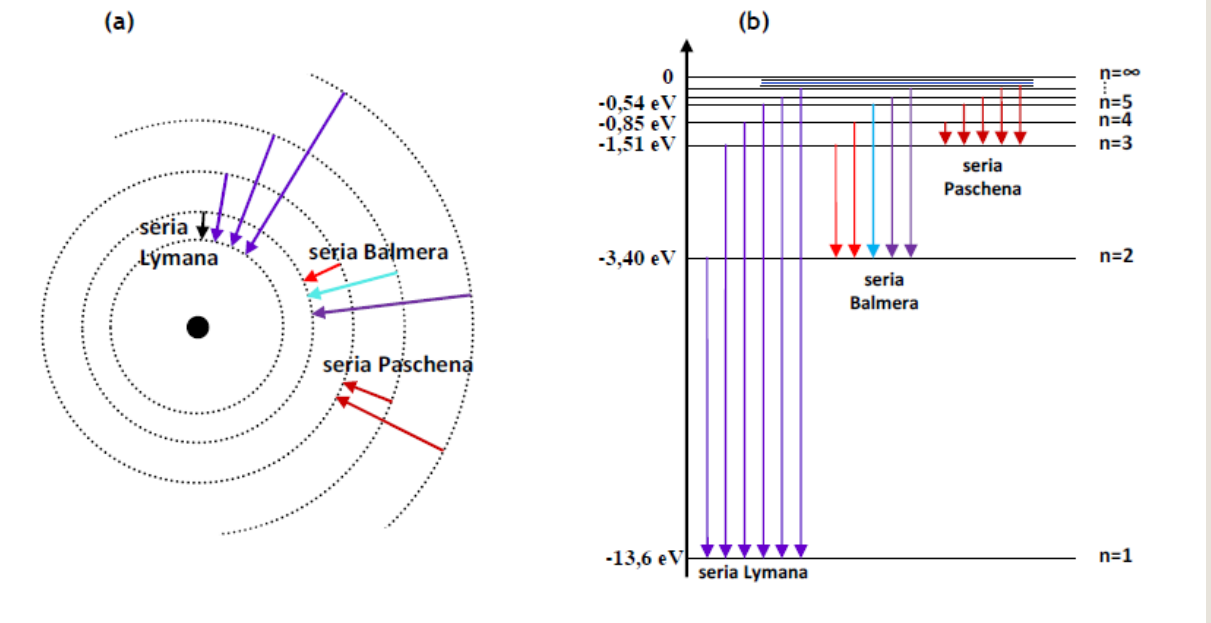


Widmo słońca
z liniami Fraunhofera

Tabela 1. Serie widmowe dla atomu wodoru.

SERIA	m	ZAKRES	ROK ODKRYCIA
Lymana	1	ultrafiolet	1906
Balmera	2	widzialne +ultrafiolet	1885
Paschena	3	podczerwień	1908
Bracketta	4	podczerwień	1922
Pfunda	5	podczerwień	1924
Humphreysa	6	podczerwień	1952

Dla każdej serii opisanej wzorem (2) n>m.



Harmonogram (18.03.2008)

Kategorie

- wszystkie

PROMIENIOTWORCZOSC SZTUCZNA I NATURALNA
wtorek, 18 marca 2008 17:29

Skocz do komentarzy

Promieniotwórczość - to zjawisko samorzutnego rozpadu jąder połączone z emisją cząstek alfa, cząstek beta, promieniowania gamma. Promieniotwórczość pierwotnie zwana radioaktywnością. Wiążemy ją przede wszystkim z Polką - odkrywczynią tego zjawiska - Marią Curie-Skłodowską. Małżonkowie Curie dostali nagrodę Nobla za odkrycie radu. Pierwiastka od którego zaczęto ponownie uzupełniać układ okresowy, który dał chemii nowy dział.

PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ NATURALNA – wysyłanie promieniowań alfa a, beta β, gamma γ przez izotopy, które występują w przyrodzie. Pierwiastki promieniotwórcze stanowią źródło tzw. naturalnego tła promieniotwórczego. Obejmują one pierwiastki, o czasie połowicznego rozpadu porównywalnym z czasem życia Ziemi. Do najważniejszych można zaliczyć izotopy uranu U i toru T o czasach połowicznego zaniku rzędu 108-1010 lat, które tworzą naturalne szeregi promieniotwórcze oraz izotop potasu 40K. Pierwiastki promieniotwórcze, których atomy samorzutnie rozpadają się emitując przy tym cząstki lub promienie, nazywamy promieniotwórczymi. Każdy pierwiastek promieniotwórczy

PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ SZTUCZNA – wysyłanie promieniowań alfa a, beta β, gamma γ przez izotopy, które zostały otrzymane na drodze sztucznej. Otrzymać sztucznie pierwiastki można na różnych drogach. Pierwszej takiej sztucznej przemiany dokonał Rutherford w roku 1919, kiedy to poddał gazowy azot pod działanie strumienia cząstek alfa a, przez co uzyskał tlen i wodór.staje się po rozpadzie innym pierwiastkiem, który często z kolei rozpada się dalej.

- aktywność: wielkość, która określa liczbę przemian jądrowych zachodzących w danej ilości substancji promieniotwórczej w jednostce czasu; jednostką jest bekerel (jedna przemiana na sekundę, symbol Bq)
- dawka pochłonięta: ilość energii promieniowania jonizującego pochłonięta w jednostce masy materii; jednostką jest grej, równy jednemu dżulowi na kilogram, symbol Gy)
- dawka skuteczna: obliczana z dawki pochłoniętej z uwzględnieniem niemianowanych współczynników wagowych rodzaju promieniowania i narządów lub tkanek, określająca narażenie całego ciała; jednostką jest siwert (symbol Sv)
- ekspozycja (dawniej – dawka ekspozycyjna) – pojęcie używane przy ocenie natężenia promieniowania X i gamma, powodującego wtórną jonizację powietrza; jednostką jest rentgen (ładunek 1 jednostki elektrostatycznej w centymetrze sześciennym powietrza suchego w warunkach normalnych)

Jednostka aktywności: bekerel

Określenie „promieniotwórczość" (radioaktywność) oznacza zdolność danej substancji do emitowania promieniowania. Nie informuje jednak o jego intensywności czy związanego z tym zagrożenia zdrowia. Do tego celu służy jednostka aktywności - bekerel, nazwana tak na cześć francuskiego fizyka Henri Becąuerela.

Aktywność danej ilości promieniotwórczego nuklidu jest określana tempem zachodzących w nim rozpadów. Jeśli w ciągu jednej sekundy następuje jeden rozpad to mówi się, że aktywność substancji wynosi jeden bekerel (Bq). Aktywność w żaden sposób nie jest związana z wielkością czy masą danej substancji. Źródło promieniowania wielkości niedopałka papierosa, wykorzystywane w radioskopii stali może być miliardy razy bardziej aktywne niż beczka odpadów promieniotwórczych. Jeśli liczba rozpadów zachodzących w niewielkiej ilości substancji wynosi 1000 na sekundę, wówczas jej aktywność jest 100 razy większa niż aktywność dużej ilości substancji, w której zachodzi 10 rozpadów na sekundę.

Okres połowicznego rozpadu

Miarą tempa rozpadu jest okres połowicznego rozpadu, a więc czas po upływie którego połowa niestabilnych jąder w pewnej ilości materiału ulegnie rozpadowi. Okres połowicznego rozpadu jest charakterystyczny i niezmienny dla każdego nuklidu promieniotwórczego i może wynosić od ułamka sekundy do miliardów lat. Na przykład okres połowicznego rozpadu siarki-38 wynosi 2 godziny 52 minuty, radu-223 - 11,43 dni, a węgla-14 - 5730 lat. Po kolejnych okresach połowicznego rozpadu aktywność radionuklidu zmniejsza się do 1/2,1/4, 1/8,1/16 itd. wartości początkowej. Dzięki temu można przewidzieć jaką aktywność będzie miała dowolna substancja w dowolnym momencie w przyszłości.

Promieniowanie alfa to ciężkie dodatnio naładowane cząstki, złożone z dwóch protonów i dwóch neutronów, emitowane przez atomy ciężkich pierwiastków, takich jak uran, rad, radon i pluton. W powietrzu promieniowanie alfa może przebyć nie więcej niż kilka centymetrów, a zatrzyma je kartka papieru lub zewnętrzna warstwa skóry (epiderma). Jeśli jednak substancja emitująca promieniowanie alfa dostanie się do wnętrza organizmu, to całą swoją energię przekaże otaczającym ją komórkom. Na przykład, jeśli dostanie się do płuc, to wrażliwa tkanka, która - w odróżnieniu od skóry - nie jest chroniona warstwą epidermy otrzyma dawkę promieniowania zwaną dawką wewnętrzną.

Promieniowanie beta to elektrony, które są znacznie mniejsze od cząstek alfa i mogą wnikać nieco głębiej. Może je zatrzymać arkusz blachy, szklana szyba i zwykłe ubranie. Przeniknie ono co najwyżej przez zewnętrzną warstwę skóry. W czasie wypadku w elektrowni jądrowej w Czarnobylu w 1986 roku bardzo silne promieniowanie beta poparzyło skórę strażakom pracującym przy gaszeniu pożaru. Jeśli cząstki emitujące promieniowanie beta dostaną się do wnętrza organizmu, to spowodują napromieniowanie tkanek wewnętrznych.

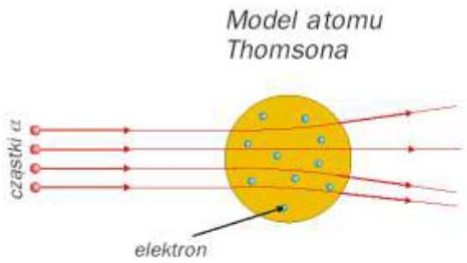
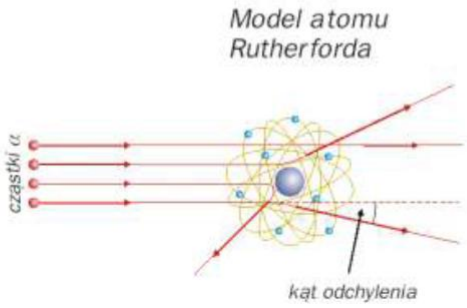
Promieniowanie gamma jest energią fal elektromagnetycznych. Ma ono duży zasięg w powietrzu i znaczącą zdolność przenikania. Z chwilą, gdy promieniowanie gamma przeniknie przez jakiś materiał, jego intensywność zaczyna maleć. Na swojej drodze ciągle zderza się z atomami. Takie oddziaływanie na żywe komórki może uszkodzić skórę lub tkanki wewnętrzne. Substancje o dużej gęstości, takie jak ołów i beton są znakomitymi barierami chroniącymi przed promieniami gamma.

2. Doświadczenie Rutcherforda.

W 1911 roku E. Rutherford przeprowadził doświadczenie bombardując cienką folię cząstkami alfa w wyniku, czego obalił teorię modelu atomu wg Thomsona i zapostulował, iż jądro atomu skupione jest w bardzo małej objętości i stanowi znaczną część masy całego atomu. Natomiast jego średnica może być kilkadziesiąt tysięcy razy mniejsza od średnicy atomu.

Rozmiary jądra są określane na podstawie empirycznego wzoru na promień jądra. $r_j = r_0\sqrt[3]{A}$, gdzie A – liczba masowa, zaś $r_0 = 1.2\cdot 10^{-15} m$. Objętość jądra (przy założeniu, że jest kuliste) można obliczyć na podstawie wzoru $V = \frac{4}{3}\pi r_j^3 = \frac{4}{3}\pi r_0^3 A$. Zatem objętość jądra jest proporcjonalna do liczby masowej pierwiastka $V \square A$, a więc jest mniejsza dla lżejszych pierwiastków.

3. Budowa jądra atomowego.

Najprostsze jądro – jądro wodoru jest to cząstka o ładunku dodatnim, zwana protonem. W skład jądra poza protonami wchodzą neutrony. Liczbę protonów w jądrze nazywamy **liczbą atomową** i oznaczamy **Z**, zaś liczbę wszystkich nukleonów w jądrze – **liczbą masową A**. Liczbę **neutronów N** stanowi różnica A – Z. Ogólne oznaczenie jądra atomowego ${}_Z^A X_N$. Jądro o określonej liczbie A i Z nosi nazwę nuklidu. Ładunek każdego jądra jest dodatni i równy wielokrotności ładunku protonu $Q_j = +Ze$.

Siły, które utrzymują jądro w całości nazywamy siłami jądrowymi. Są one krótkozasięgowe.