

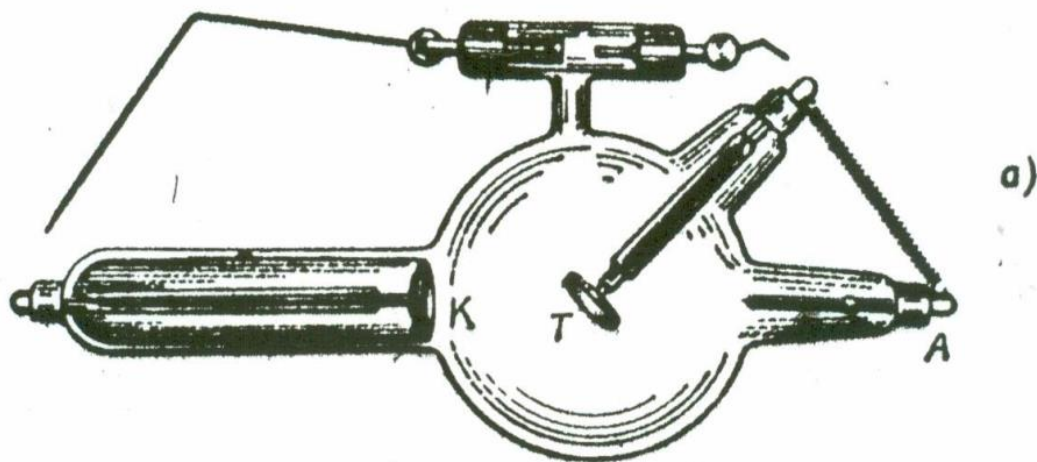
11. PROMIENIOWANIE X CZYLI I PROMIENIOWANIE ROENTGENA

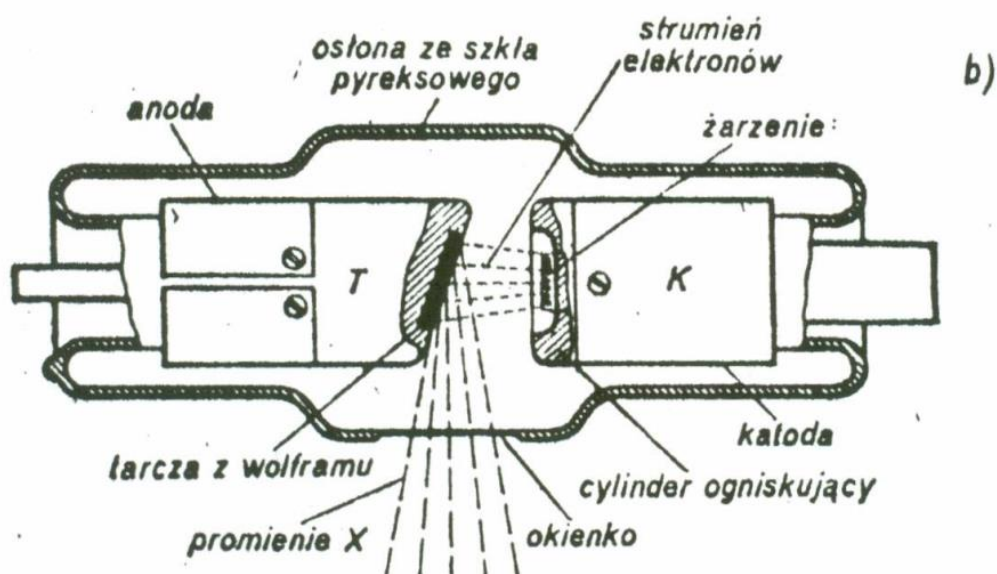
11.1. Odkrycie promieni X

Promienie X zostały odkryte przez Roentgena w roku 1895 podczas jego prac nad promieniami katodowymi. Obok rury katodowej leżał zupełnie przypadkowo ekran pokryty platynocyjankiem baru. Podczas pracy lampy ekran świecił. Świecenie to nie zniknęło również gdy w pokoju było ciemno, jak również wtedy gdy lampa owinięta była czarnym papierem. Nie ulegało wątpliwości, że z lampy wydobywa się jakiś nowy, nieznany dotąd rodzaj promieniowania. Odkryte przez siebie promienie, Roentgen nazwał promieniami X. Później nazwano je promieniami rentgenowskimi lub promieniami Roentgena.

11.2. Wytwarzanie i właściwości promieni Roentgena

Do wytwarzania i badania promieni Roentgena służą specjalnie skonstruowane lampy, których schematy pokazane są na poniższych rysunkach





Na rysunku a/ mamy schemat jonowej lampy rentgenowskiej. Wewnątrz lampy panuje ciśnienie rzędu kilku dziesiątych Pa. W lampie jonowej mamy trzy odpowiednio wmontowane elektrody: glinową katodę K w kształcie wklęsłej miseczki o środku krzywizny w środku lampy, anodę A połączoną metalicznie z trzecią elektrodą T zwaną antykatodą. Metaliczne połączenie służy do odprowadzania z antykatody. Antykatoda T jest blaszką z trudno topliwego metalu. Umieszczona jest dokładnie w środku lampy i jest ustawiona pod kątem 45° do osi lampy.

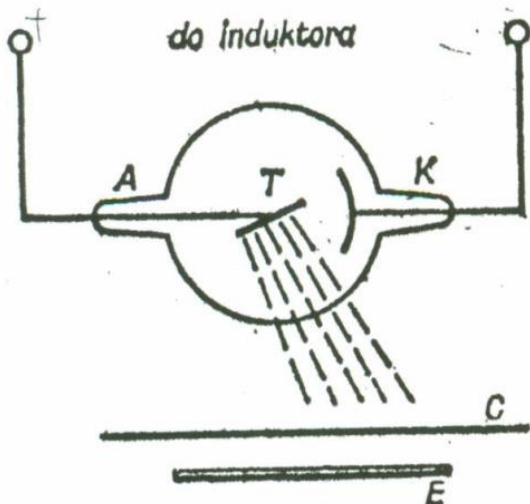
W celu uruchomienia lampy podłącza się między katodę i anodę napięcie rzędu kilku-
dziesięciu tysięcy woltów. Jak to już wiemy z omówienia prądów w gazach w bańce takiej następuje jonizacja gazu. Jony dodatnie bombardują katodę i wyzwala ją z niej elektrony. Elektrony wylatując z wklęsłej katody tworzą zbieżny strumień promieni katodowych skupiających się na małej powierzchni antykatody.

W lampie jonowej konieczne jest pewne ciśnienie gazu. Zmniejszanie się ciśnienia podczas pracy lampy jest zjawiskiem szkodliwym.

Na rysunku b mamy schemat próżniowej lampy rentgenowskiej z żarzoną katodą. Lampy takie mają wiele zalet w porównaniu z lampami jonowymi i dlatego stosuje się je w nowoczesnych aparatach rentgenowskich. Elektrony swobodne uzyskuje się dzięki zjawisku termoeemisji, przez żarzenie katody. Naprzeciw katody w niewielkiej od niej odległości znajduje się antykatoda T. Metalowa osłona /cylinder ogniskujący/ koncentruje wysyłane na wszystkie strony elektrony na antykatodzie. Ponieważ lampa tego typu jest lampą próżniową, gaz wewnątrz niej byłby zjawiskiem szkodliwym. Jego jony bombardując katodę, niszczyłyby ją. Natężenie strumienia elektronów przepływających przez lampę reguluje się napięciem żarzenia katody.

11.3. Mechanizm powstawania promieni Roentgena:

Przyjrzyjmy się uważnie poniższemu rysunkowi. Od katody do anody pędzi strumień



elektronów, który jest hamowany na antykatodzie. Z każdym poruszającym się elektronem związane jest pole elektromagnetyczne. W wyniku hamowania na antykatodzie pole to zostaje zaburzone. Od miejsca zaburzenia

rozchodzi się fala elektromagnetyczna promieniowania rentgenowskiego. Hamowany elektron zamienia całą swoją energię kinetyczną na energię kwantów rentgenowskich. Zmienną energii opisujemy następująco:

$$\frac{1}{2} mv^2 = h \nu_{\max}$$

Wiadomo, że energia elektronu bierze się z energii elektrycznej pola przyspieszającego

$$\frac{1}{2} mv^2 = eU$$

Stąd:

$$h \nu_{\max} = eU$$

$$\nu_{\max} = \frac{c}{\lambda_{\min}}$$

$$h \frac{c}{\lambda_{\min}} = eU$$

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU}$$

Minimalna długość fali promieniowania rentgenowskiego zależna jest od napięcia między anodą i katodą w lampie Roentgena.

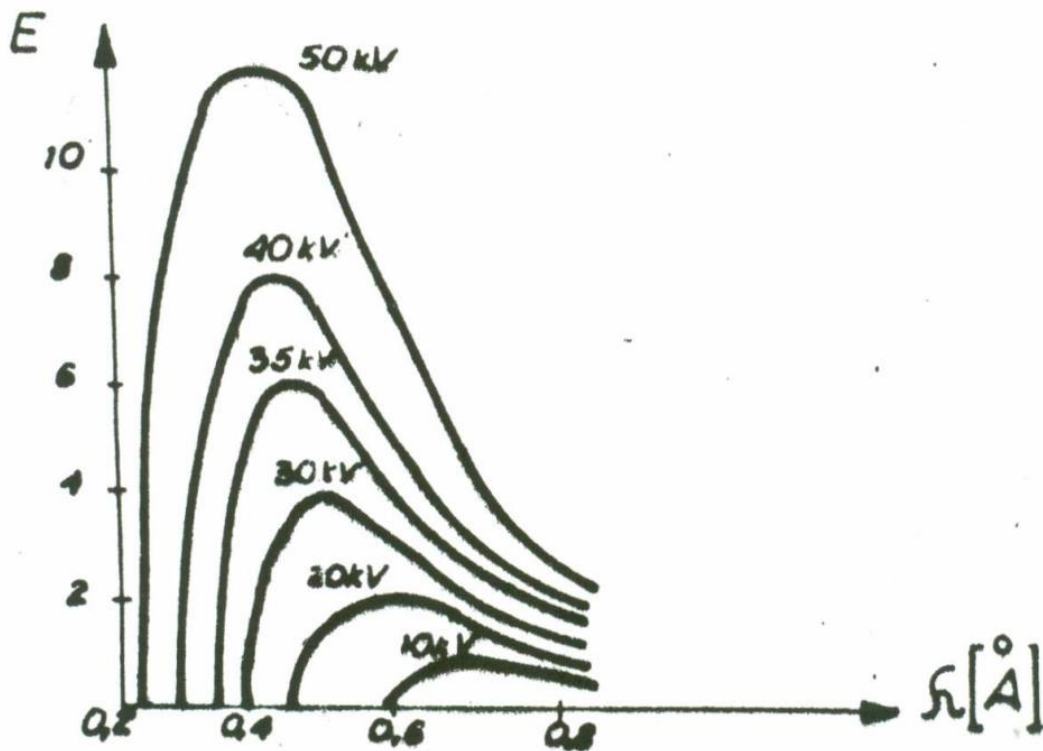
Im większe napięcie tym λ_{\min} staje się krótsza a promieniowanie rtg bardziej przenikliwe

Promieniowanie rtg o krótszej fali nazywamy twardym o dłuższej miękkim..

Ponieważ λ_{\min} zależy tylko od napięcia przyłożonego do lampy można przedstawić ją w postaci:

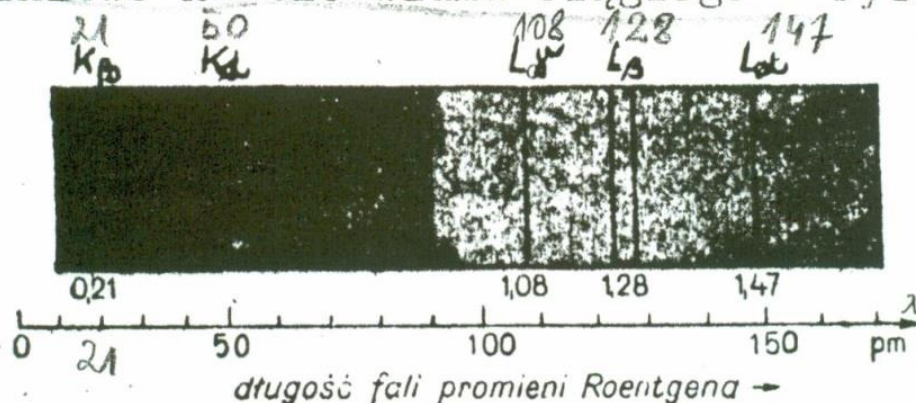
$$\lambda_{\min} = \frac{12346}{U} \text{ \AA}$$

Wraz ze wzrostem napięcia rośnie bardzo silnie całkowita energia emitowana przez lampę. Energii tej odpowiadają na rycinie pola objęte przez krzywe, przy tym zarówno maksimum krzywej, jak i ostro zaznaczona lewa granica λ_{\min} przesuwają się wraz z rosnącym U w kierunku fal krótszych.



Wykresy z poprzedniej strony przedstawiają rozkład natężenia w widmie ciągłym promieni Roentgena.

Widmo rentgenowskie jest to zawsze widmo liniowe na tle widma ciągłego - rysunek.



Taki obraz otrzymamy po rozszczepieniu promieniowania rentgenowskiego i skierowaniu wiązki rozszczepionej na ekran pokryty platynocyjankiem baru.

Widmo rentgenowskie jest zawsze ostro ograniczone od strony fal krótkich /ostra granica pomiędzy świeceniem i nieświeceniem ekranu/ i nieograniczone od strony fal długich.

Widmo ciągłe powstaje na skutek hamowania pędzących elektronów na jądrach atomów antykatody.

Widmo charakterystyczne powstaje na skutek zderzeń elektronów promieni katodowych z elektronami atomów antykatody. Następuje wzbudzenie atomów antykatody. Elektrony tych atomów wchodzi na wyższe powłoki. Wracając na powłoki stacjonarne emitują widmo liniowe charakterystyczne dla pierwiastka, z którego zbudowana jest antykatoda.

11.4. Właściwości promieni X

- ① Promienie X rozchodzą się prostoliniowo,
- ② są niewidzialne,
- ③ wywołują fluorescencję,
- ④ wywołują jonizację powietrza,
- ⑤ przenikają przez czarny papier, a nawet przez płytki metalowe,
- ⑥ zaczerniają kliszę fotograficzną,
- ⑦ w próżni rozchodzą się z prędkością światła,
- ⑧ ulegają polaryzacji,
- ⑨ ulegają dyfrakcji i interferencji,
- ⑩ nie ulegają odchyleniu ani w polu magnetycznym, ani elektrycznym, gdyż nie niosą ładunku.

Przy przejściu promieni X przez płytki metalowe okazuje się, że są one częściowo lub całkowicie pochłaniane. Zdolność pochłaniania promieni Roentgena przez płytki metalowe zależy od materiału płytki i jej grubości. Promienie X są bardziej pochłaniane przez pierwiastki o większej liczbie porządkowej Z .

Zależność natężenia promieni X od grubości płytki przedstawia się następująco:

$$I = I_0 e^{-\mu d}$$

$$I = I_0 e^{-\mu d}$$

gdzie: I_0 - natężenie wiązki padającej

e - podstawa logarytmu naturalnego
 μ - współczynnik absorpcji, d - grubość płytki