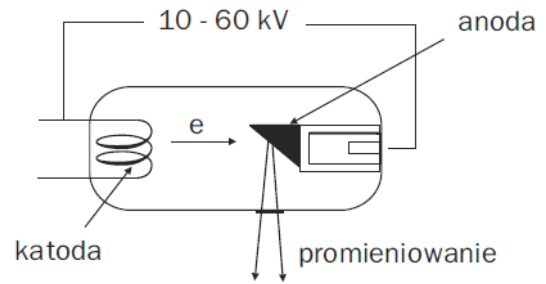


Zadanie 4. Lampa rentgenowska (16 pkt)

W 1895r. W.C. Roentgen odkrył promieniowanie, które dziś znajduje szerokie zastosowanie w medycynie, technice, nauce. Promieniowanie to można wytworzyć za pomocą lampy, której schemat przedstawia rysunek obok.

Po przyłożeniu wysokiego napięcia do elektrod lampy, elektrony uwalniane z żarzącej się katody, rozpędzają się w polu elektrycznym między katodą i anodą, a następnie uderzają w anodę.



4.1 (1 pkt)

Zapisz, jak nazywa się zjawisko emisji elektronów z rozgrzanej katody.

4.2 (2 pkt)

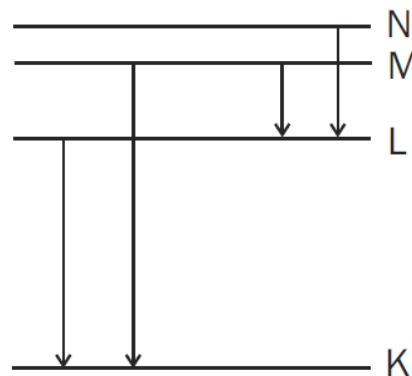
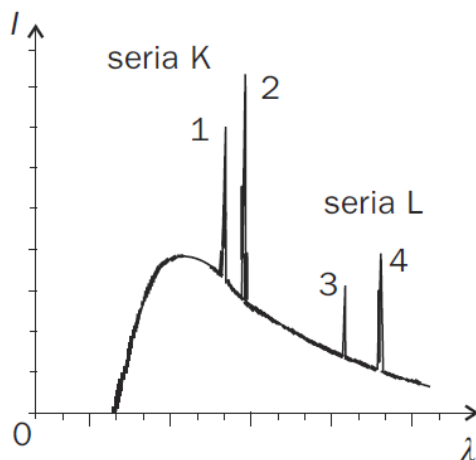
Podaj maksymalną wartość energii kinetycznej w keV i J, jaką może osiągnąć elektron w lampie pokazanej na rysunku.

4.3 (3 pkt)

Elektron po uderzeniu w anodę zostaje gwałtownie wyhamowany i wówczas może się zdarzyć, że cała energia kinetyczna zamienia się w energię kwantu promieniowania rentgenowskiego. Oblicz najmniejszą długość fali tego promieniowania, które wtedy powstaje, jeśli lampa pracuje pod napięciem 40kV. Długość fali wyraż w nanometrach.

4.6 (2 pkt)

Na kolejnej stronie przedstawiono widmo ciągłe promieniowania rentgenowskiego, na którego tle widać linie charakterystyczne dla materiału, z jakiego wykonano anodę. Linie te powstają na skutek uderzenia przyspieszonych w lampie elektronów w atomy anody. Elektrony mają tak wielkie energie, że niektóre z nich wybijają elektrony z powłoki K i L tych atomów. Potem następują samorzutne przejścia elektronów z wyższych powłok na powłoki K i L. Niektóre przejścia przedstawiono na schemacie obok.



Podpisz cyframi 1, 2, 3 i 4, przejścia zaznaczone strzałkami na tym schemacie tak, aby odpowiadały one liniom charakterystycznym w widmie promieniowania.

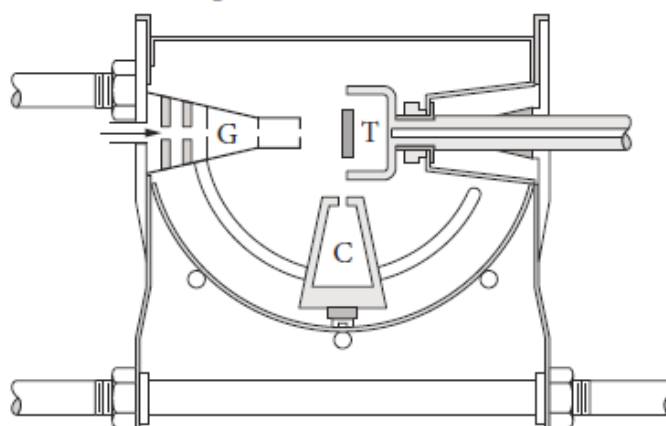
4.7 (2 pkt)

Wpisz do tabeli TAK / NIE obok stwierdzeń opisujących zmiany, jakie nastąpią w widmie promieniowania rentgenowskiego, gdy **zwiększymy** napięcie przyspieszające elektrony w lampie.

krótkofalowa granica widma przesunie się w prawo, a linie przesuną się w lewo	
krótkofalowa granica widma przesunie się w lewo, a linie przesuną się w prawo	
krótkofalowa granica widma przesunie się w prawo, a linie nie zmienią swojego położenia	
krótkofalowa granica widma przesunie się w lewo, a linie nie zmienią swojego położenia	

Zadanie 20.

W 1924 r. Louis de Broglie wysunął hipotezę, że cząstki materialne charakteryzują się własnościami falowymi. W 1927 r. C. Davisson i L.H. Germer przeprowadzili eksperyment, w którym wykazali istnienie elektronowych fal materii. Skierowali wiązkę elektronów na kryształ niklu i zarejestrowali obraz dyfrakcyjny wiązki elektronów rozproszonych na kryształ.



Schemat aparatury doświadczalnej C. Davissona i L.H. Germera.

G – działo elektronowe przyspieszające elektrony regulowanym napięciem U , T – tarcza, czyli kryształ niklu, C – detektor elektronów (mierzy prąd elektryczny), którego położenie względem wiązki padających elektronów (kąt θ) można zmieniać w granicach od 20°C do 90°C .

W doświadczeniu przyspieszono elektrony napięciem $U = 54\text{ V}$ i zarejestrowano maksimum natężenia prądu dla wiązki rozproszonej pod kątem $\theta = 65^\circ$. Wyciągnięto z tego wniosek, że dla takiego napięcia i takiego kąta zachodzi wzmocnienie interferencyjne dla wiązki elektronów.

Zadanie 20.1. (0–3)

Zgodnie z hipotezą de Broglie'a długość fal materii zależy od pędu cząstek.

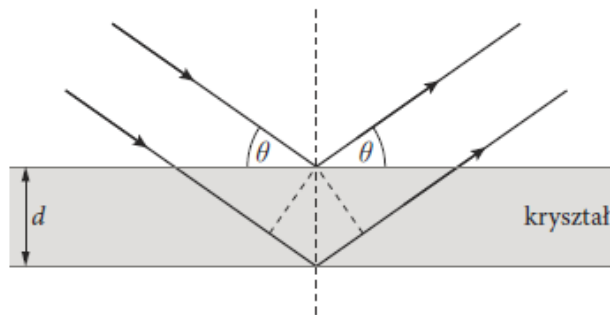
Wykaż, że długość fali elektronów można obliczyć ze wzoru $\lambda = \frac{1,23}{\sqrt{U}}$ (nm), do którego wstawiamy napięcie (w V), które przyspieszyło elektrony, i otrzymujemy długość fali (w nm).

Zadanie 20.2. (0–1)

Oblicz długość fal elektronów zastosowanych w eksperymencie.

Zadanie 20.3. (0–2)

Odległość między płaszczyznami w kryształcie niklu jest równa $d = 0,091$ nm. Elektronowe fale materii ulegają rozproszeniu na kolejnych płaszczyznach sieci krystalicznej, a fale rozproszone interferują ze sobą wzmacniając się w pewnych kierunkach i osłabiając w innych. Jeden z możliwych kierunków wzmocnienia jest określony przez warunek: różnica dróg Δr przebytych przez fale rozproszone na dwóch kolejnych płaszczyznach jest równa długości fali materii λ .



Wyprowadź wzór na warunek opisanego wzmocnienia interferencyjnego dla danej długości fali λ w zależności od kąta θ i odległości między płaszczyznami sieci równej d .

Korzystając z tego wzoru, wykaż, że długość fal materii wyznaczona w eksperymencie jest równa 0,165 nm.

Zadanie 20.4. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego fizycy uważają, że doświadczenie Davissona i Germera potwierdziło hipotezę de Broglie'a.