

Dualismus vln a částic

T. Bohuslav¹, T. Jakubec² A. Jančová³

¹Gymnázium Příbram, Legionářů 402, Tomasbohuslav@centrum.cz

²Gymnázium Trutnov, Ja248@seznam.cz

³Gymnázium Na Zatlance, Praha, anezkajancova@seznam.cz

Abstrakt:

Věděli jste, že pokud si budete házet tenisovým míčkem o zeď a budete dost trpěliví, tak jednou z 10^{30} pokusů míček prolétne zdí, aniž by zeď porušil? Je to těžko uvěřitelné, že dualistická povaha se netýká jen mikročástic, ale i makroskopického světa. Prozatím nám však stačí ověření v mikrosvětě.

1 Úvod

Dualismus vln a částic se vztahuje ke skutečnosti, že každou částici lze popsat buď jako vlnu (šíření určitého rozruchu, zpravidla kmitů, prostorem) nebo jako částici (velmi malá část hmoty, která se projevuje svými charakteristickými vlastnostmi). S touto myšlenkou poprvé přišel již v roce 1924 Louis de Broglie, který objevil vztah mezi vlnovou délkou a hybností částice.

Tento vztah lze zapsat vzorcem:

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

λ – vlnová délka h – Planckova konstanta p – hybnost
--

2 Teoretická část

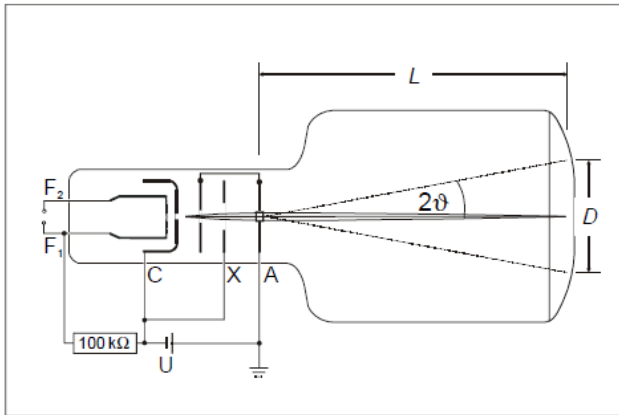
2.1 Planckova konstanta

Hlavním cílem bylo ověření Planckovy konstanty, což je konstanta, která udává nejmenší možné množství energie. K ověření provedeme experiment s urychlenými elektrony. Z naměřených hodnot a po dosazení do rovnic by nám měla vyjít Planckova konstanta, kterou budeme porovnávat s tabulkovou hodnotou.

$$h = \frac{kd\sqrt{2me}}{2L}$$

Kde k je konstanta, která udává závislost průměru difrakčních obrazců na převrácené hodnotě odmocniny z napětí, kterým urychlujeme elektrony; d – rozteč atomů v krystalu; m – hmotnost elektronu; e – elementární náboj elektronu; L – vzdálenost polykrystalu od stínítka.

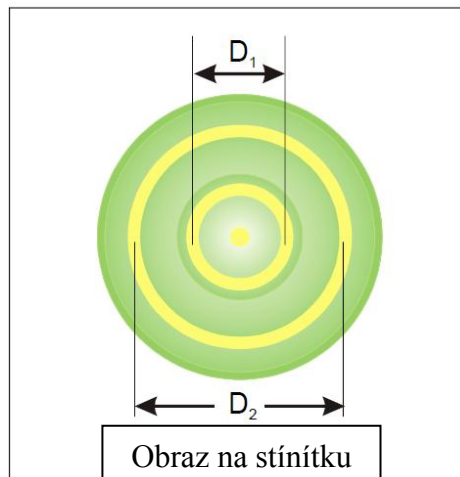
2.2 Popis aparatury



Aparatura pro emitování elektronů

- F1, F2 – žhavení
- C – katoda
- X – zaměřovací elektrody
- A – polykrystal grafitu (anoda)
- L – vzdálenost polykrystalu od stínítka
- D – průměr difrakčních obrazců zobrazených na stínítku

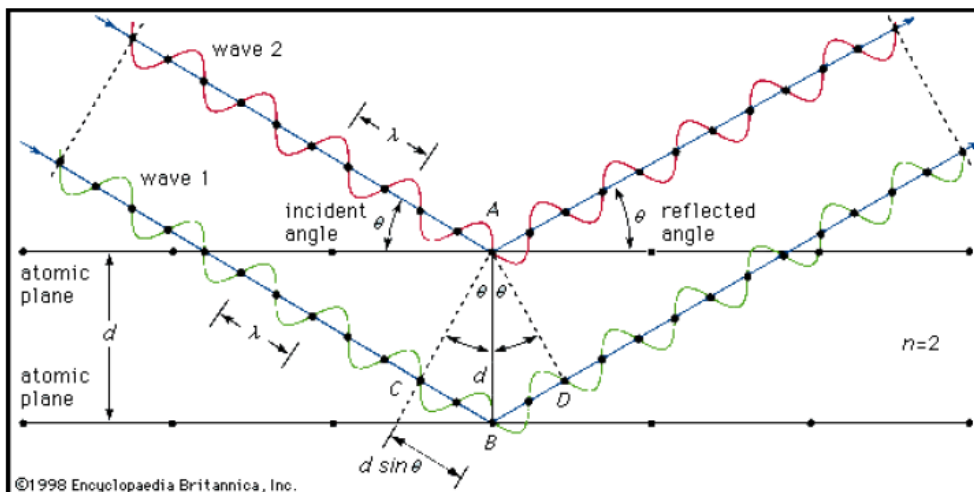
Po zahřátí katody (wolframového vlákna) dojde k tepelné emisi elektronů, které jsou urychlovány a zaostřovány napětím mezi katodou a anodou. Dále urychlené elektrony prochází přes polykrystal grafitu, který má 2 krystalické roviny, a proto vzniknou 2 kruhové obrazce o průměrech D_1 , D_2 .



Obraz na stínítku

Každý úhel θ pod kterým se elektron odrazí od polykrystalu, musí splňovat Braggovu podmínku, aby nastala interference na stínítku. Podle vztahu:

$$\tan 2 \cdot \theta = \frac{D}{2L}$$



3 Praktická část

Měření

Po zapojení aparatury jsme nastavili určitou hodnotu napětí na přístroji měření difrakce, jejímž výrobcem je LD Didactic GmbH a pro každé určité napětí jsme změřili průměr difrakčních obrazců. Tento postup jsme opakovali pro různá napětí v rozsahu 3 až 5 kV. Z naměřených hodnot průměrů difrakčních obrazců d a nastaveného napětí U jsme spočítali konstantu k podle vztahu:

$$d = \frac{k}{\sqrt{U}}$$

4 Výsledky

Naše výsledky jsme zaznamenali do patřičné tabulky.

U [kV]	U ^{-1/2} [V]	d1[mm]	d1'[mm]	[D1]m	d2[mm]	d2'[mm]	[D2]m
3	0,018257	48,8	76	0,0272	38,9	84	0,0451
3,2	0,017678	47,7	75,2	0,0275	38,3	83,9	0,0456
3,4	0,01715	47	73,4	0,0264	38	81,6	0,0436
3,6	0,016667	48	73,3	0,0253	38,9	83,6	0,0447
3,8	0,016222	48	73	0,025	39,5	81,1	0,0416
4	0,015811	48,9	73,4	0,0245	39,4	80,1	0,0407
5	0,014142	49,7	70,9	0,0212	42	78,5	0,0365

Tabulka č.1

D1, D2 jsou vypočtené průměry kruhů, které jsme získali rozdílem naměřených hodnot d1,d1', d2,d2' což jsou pomocné vzdálenosti od pevného bodu.

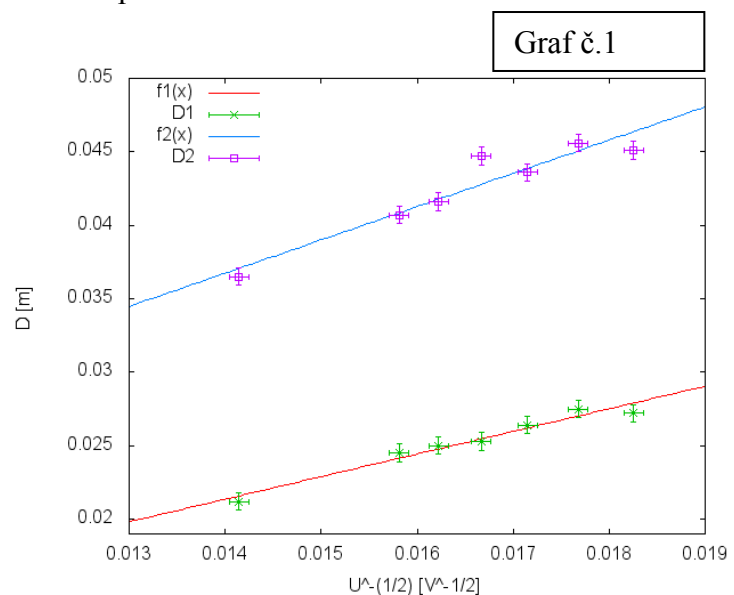
Naměřenými hodnotami jsme v programu Gnuplot 4.6 proložili lineární funkce viz graf č.1

Přičemž směrnice pro funkci f1(x) je k1 a směrnice pro funkci f2(x) je k2

Za pomoci programu Gnuplot, jenž vypočítal konstanty k1, k2

$$k_1 = (1,53912 \pm 0,14) \text{ mV}^{1/2}$$

$$k_2 = (2,26 \pm 0,3) \text{ mV}^{1/2}$$



3 Závěr

Po dosazení do rovnic námi naměřené hodnoty nám Planckova konstanta vyšla $6,7149 \cdot 10^{-34}$. V porovnání s tabulkovou hodnotou, která je $6,6256 \cdot 10^{-34}$ J.s jsme se vešli do odchylky 1,325 %.

Důvodem naší odchylky byla nepřesnost měření průměru difrakčních obrazců, neboť jsme nemohli přesně zaměřit průměry difrakčních obrazců. Další nepřesnost byla zaviněna přístrojem, jehož vysokonapěťový zdroj, jehož odchylka byla 0,01 kV.

Poděkování

V první řadě bychom chtěli poděkovat Ing. Jaroslavu Adamovi za odborné vedení práce a vstřícný přístup. Dále bychom chtěli poděkovat FJFI, organizátorům týdne vědy, především panu doktoru Svobodovi.

Reference:

- [1] GRIFFITHS, D. J., *Introduction to Quantum Mechanics* Prentice Hall 1995, s. 3
- [2] LD Didactic GmbH: *Atomic and Nuclear Physics, Dualism of wave and particle*, P6.1.5.1