

DUALISME GELOMBANG PARTIKEL

A. Gejala Foto Listrik

Emisi (pancaran) elektron dari logam sebagai akibat penyinaran gelombang elektromagnetik (cahaya) pada logam tersebut.

Hasil-hasil percobaan menunjukkan bahwa :

- a. Makin besar intensitas cahaya, semakin banyak elektron-elektron yang diemisikan.
- b. Kecepatan elektron-elektron yang diemisikan hanya bergantung kepada frekwensi cahaya, makin besar frekwensi cahaya makin besar pula kecepatan elektron yang diemisikan.
- c. Pada frekwensi cahaya yang tertentu (frekwensi batas) emisi elektron dari logam tertentu sama.

Peristiwa-peristiwa di atas tidak dapat diungkap dengan teori cahaya Huygens.

Besar paket energi tiap foton dirumuskan Planck sebagai berikut :

$$E = h.f$$

E = Energi tiap foton dalam Joule.

f = Frekwensi cahaya.

h = Tetapan Planck yang besarnya $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ J.det

Cahaya yang intensitasnya besar memiliki foton dalam jumlah yang sangat banyak. Tiap-tiap foton hanya melepaskan satu elektron. Semakin besar intensitas cahaya semakin banyak pula elektron-elektron yang diemisikan.

Bila frekuensi cahaya sedemikian sehingga $h.f = a$, maka foton itu hanya mampu melepaskan elektron tanpa memberi energi kinetik pada elektron. Penyinaran dengan cahaya yang frekwensi lebih kecil tidak akan menunjukkan gejala foto listrik.

B. Sifat Kembar Cahaya

Gejala-gejala interferensi dan difraksi memperlihatkan sifat gelombang yang dimiliki cahaya, dilain pihak cahaya memperlihatkan sifat sebagai paket-paket energi (foton).

Timbul suatu gagasan apakah foton itu dapat diartikan sebagai partikel-partikel. Untuk menjawab pertanyaan ini A.H. Compton mempelajari tumbukan-tumbukan antara foton dengan elektron. Kesimpulan yang diperolehnya menunjukkan bahwa foton dapat berlaku sebagai partikel dengan momentum. Tidak ada keraguan lagi bahwa cahaya memiliki sifat kembar, sebagai gelombang dan sebagai partikel.

C. Hipotesis de Broglie

Jika cahaya yang memiliki sifat gelombang, memiliki sifat partikel, maka wajarlah bila partikel-partikel seperti elektron memiliki sifat gelombang, demikian hipotesa yang dikerjakan oleh de Broglie (tahun 1892).

Panjang gelombang cahaya dengan frekwensi dan kecepatannya mempunyai hubungan sebagai berikut :

Menurut Compton

$$P_{foton} = \frac{h \cdot f}{c}$$

$$P_{foton} = \frac{h}{\lambda}$$

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

Hubungan ini berlaku pula bagi partikel. Menurut de Broglie, jika ada partikel yang momentumnya p , maka partikel itu dapat bersifat sebagai gelombang dengan panjang gelombang.

l = Panjang gelombang partikel.
 p = Momentum partikel.

Dualisme Gelombang Partikel

D. Percobaan Davisson dan Germer

Momentum elektron :

$$p = m.v = \sqrt{2.m.\frac{1}{2}m.v^2}$$

$$p = \sqrt{2m.E_k}$$

$$p = \sqrt{2.9,1.10^{-31}.54.1,6.10^{-19}}$$

Menurut de Broglie, panjang gelombang elektron :

$$l = \frac{h}{p} = \frac{6,610^{-34}}{4.10^{-24}} = 1,65.10^{-10} m$$

Untuk memperoleh pola difraksi diperlukan kisi-kisi yang lebar celahnya kira-kira sama dengan panjang gelombang yang akan diuji. Sebab jika celah terlampau lebar, tidak menimbulkan gangguan pada gelombang, dan jika kisi terlampau sempit, pola-pola difraksi sukar teramati.

Kisi-kisi yang tepat untuk memperoleh pola difraksi gelombang elektron adalah kisi yang terjadi secara alamiah yakni celah-celah yang berada antara deretan atom-atom kristal bahan padat, dalam hal ini dipergunakan kisi kristal nikel.

Hasil percobaan Davisson dan Germer menunjukkan bahwa elektron-elektron dapat menimbulkan pola-pola difraksi. Kini tidak disangsikan lagi bahwa apa yang kita kenal sebagai materi dapat pula menunjukkan sifat gelombang, tepat seperti yang diramalkan oleh de Broglie.

E. Prinsip Ketidakpastian Heisenberg

Prinsip ini dikemukakan oleh Heisenberg, karena adanya sifat dualisme cahaya. "Pengukuran posisi dan momentum partikel secara serentak, selalu menghasilkan ketidakpastian yang lebih besar dari konstanta Planck".

Dx.Dp= H

Dx = ketidakpastian posisi partikel

Dp = ketidakpastian momentum partikel

Panjang gelombang sinar elektron pada mikroskop elektron. Elektron bergerak di dalam beda potensial mikroskop elektron, sehingga:

Ek = Elistrik

$$\frac{1}{2}mv^2 = eVo \rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot Vo}{m}}$$

Panjang gelombang elektron (partikel) yang bergerak mengikuti rumusan de Broglie, yaitu:

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot e \cdot m \cdot Vo}}$$

Jadi panjang gelombang elektron di dalam mikroskop elektron berbanding terbalik dengan akar tegangan (Vo) yang dipakai.