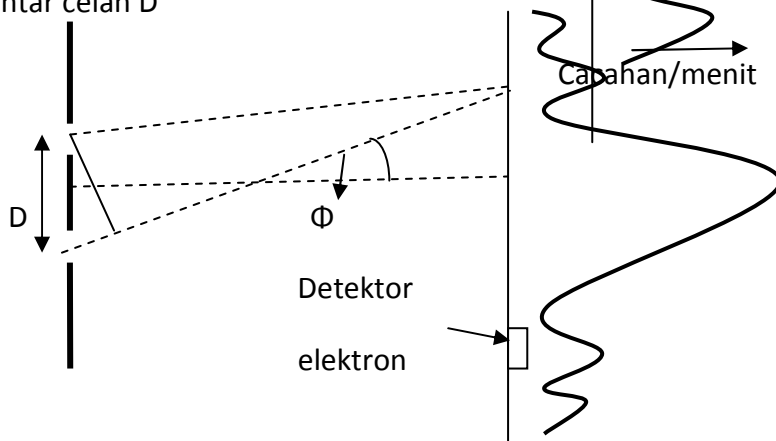


FUNGSI GELOMBANG MATERI

Fungsi gelombang materi, $\psi(r,t)$ berbeda dari fungsi gelombang mekanik dan juga gelombang elektromagnetik, $\psi(r,t)$ merupakan fungsi kompleks dan digunakan untuk menghitung probabilitas untuk menemukan partikel pada saat tertentu pada volume kecil dalam ruang. Kuantitas $\psi^* \psi = |\psi|^2$ menyatakan probabilitas persatuan volume menemukan partikel pada saat t pada suatu volume kecil dalam ruang yang berpusat pada (x,y,z) .

Difraksi elektron dalam term ψ

Berkas elektron paralel diarahkan pada kisi celah ganda yang lebar celahnya lebih kecil dari jarak antar celah D



Detektor elektron mampu mendeteksi setiap elektron yang datang padanya, fungsi detektor ini ialah untuk mencacah partikel diskrit terlokalisasi dalam ruang setiap waktu. Jika detektor mencacah elektron elektron pada posisi yang berbeda beda pada rentang waktu yang cukup lama, maka akan ditemukan pola interferensi gelombang untuk cacahan tiap menit atau probabilitas kedatangan elektron pada layar. Pola interferensi tersebut tidak hanya muncul ketika berkas elektron banyak ditembakkan sekaligus, juga meskipun elektron ditembakkan satu satu hingga mencapai jumlah yang sama dengan jumlah elektron yang ditembakkan sekaligus.

Intensitas minimum terjadi ketika beda lintasan optik kedua berkas sama dengan setengah panjang gelombang

$$D \sin \phi = \frac{1}{2} \lambda$$

Menurut postulat de Broglie berkas elektron itu akan mempunyai panjang gelombang

$$\lambda = h/p$$

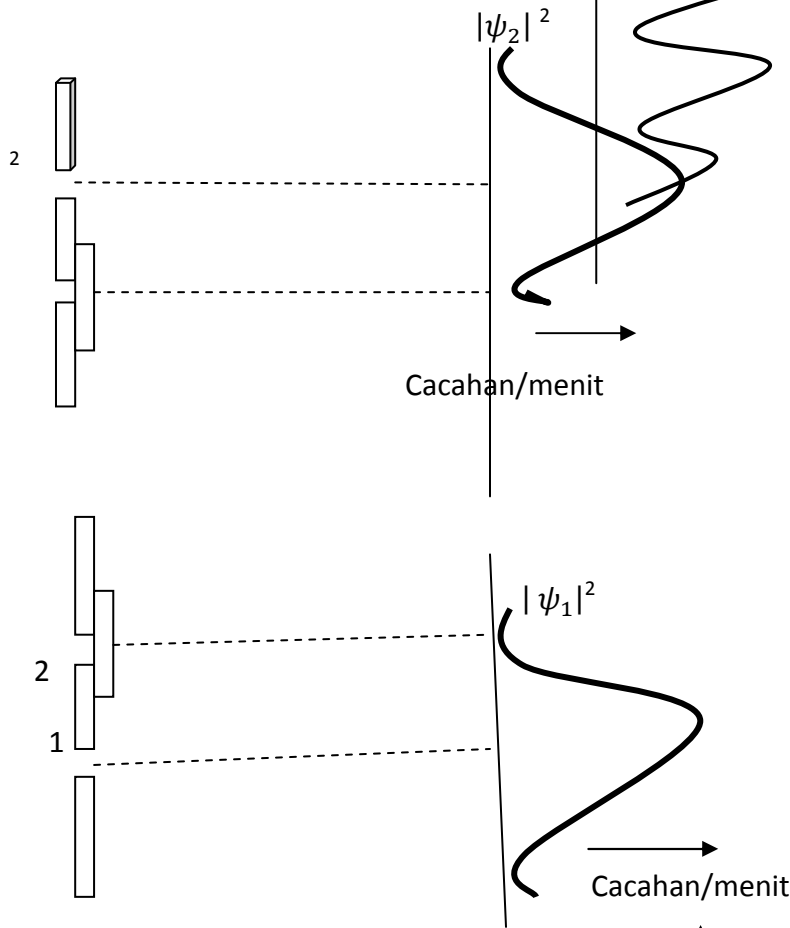
untuk harga sudut ϕ kecil maka

$$\sin \phi \approx \phi = \frac{h}{2P_x D}$$

Dari persamaan tersebut tampak bahwa dual nature (dualisme

)dari elektron secara jelas tampak dalam eksperimen ini. Meskipun elektron dideteksi sebagai partikel pada suatu spot terlokalisasi pada suatu waktu yang sangat cepat, probabilitas datangnya elektron pada spot tersebut adalah ditentukan oleh penemuan intensitas dari interferensi dua gelombang materi.

Apa yang terjadi jika salah satu celah ditutup selama eksperimen? Pada kasus ini ternyata diperoleh puncak kurva simetris sekitar celah yang dalam keadaan buka.

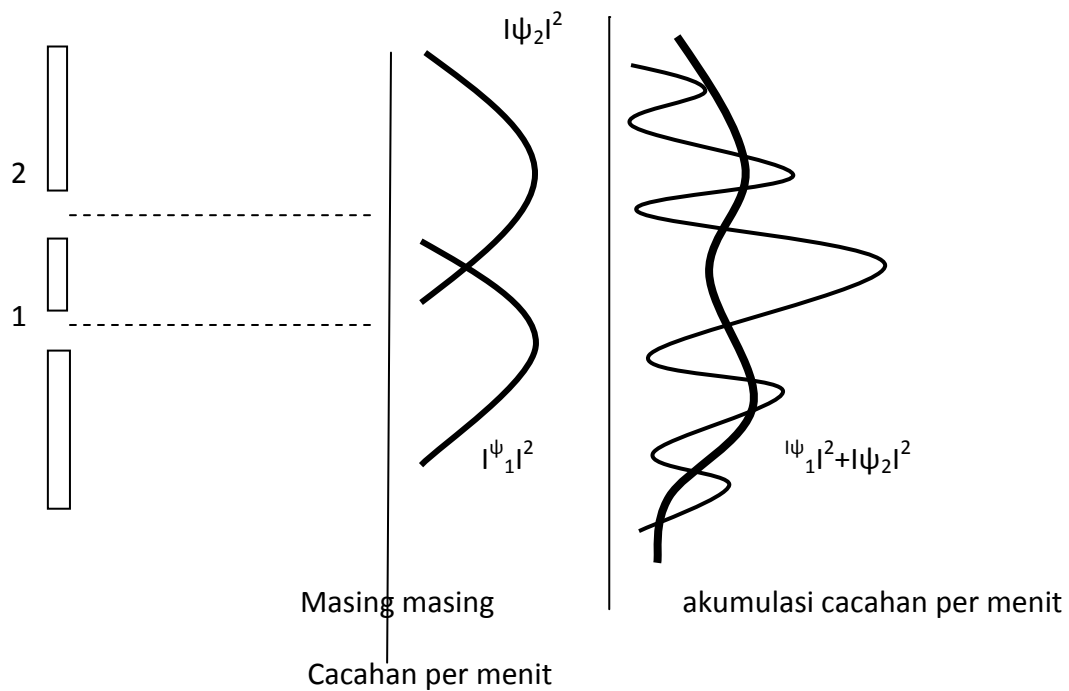


Gb. probabilitas menemukan elektron di layar

$I\psi_1|^2 = \psi_1^* \psi_1$ dengan ψ_1 adalah fungsi gelombang materi dari elektron yang melalui celah 1

$I\psi_2|^2 = \psi_2^* \psi_2$ dengan ψ_2 adalah fungsi gelombang materi dari elektron yang melalui celah 2

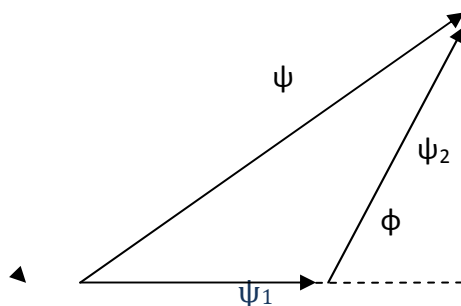
Sekarang jika pada eksperimen itu celah 1 ditutup selama setengah waktu penyinaran sedangkan celah 2 dibuka, kemudian pada setengah waktu sisanya celah 2 ditutup sedangkan celah 1 dibuka, pola cacahan permenit akan berbeda sekali dengan pola ketika kedua celah dibuka. Probabilitas maksimum kedatangan elektron pada $\phi = 0$ menjadi tidak ada. Pola interferensi menjadi hilang dan hasil akumulasi merupakan penjumlahan sederhana dari pola hasil masing masing .hasilnya seperti tampak pada gambar berikut



Dari gambar hasil tersebut mudah dipahami dan lebih masuk akal dibandingkan dengan efek interferensi ketika kedua celah dibuka.

Ketika hanya satu celah dibuka, kita tahu elektron memiliki lokalitas dan individualitas yang sama pada celah, sebagaimana kita ukur pada detektor, karena jelas elektron bergerak melalui celah satu dan dua. Jadi totalnya haruslah dianalisis sebagai jumlah dari elektron yang berasal dari celah 1, $|\psi_1|^2$ dan elektron yang berasal dari celah 2, $|\psi_2|^2$. Ketika kedua celah dibuka, maka kita hanya mengasumsikan bahwa elektron bergerak melalui celah 1 atau celah 2, dan bahwa cacahan per menit dinyatakan oleh $|\psi_1|^2 + |\psi_2|^2$. Jelas kita tahu bahwa hasil kedua eksperimen tersebut kontradiktif. Asumsi kita bahwa elektron elektron terlokalisasi dan pergi melalui hanya salah satu celah.

Untuk menentukan probabilitas elektron terdeteksi pada layar adalah sama dengan kuantitas $|\psi_1 + \psi_2|^2$, karena kedua gelombang materi itu pada saat keluar dari slit masing masing tidak sefase, maka akan terdapat perbedaan lintasan optik ketika kedua gelombang tiba pada titik yang sama pada layar. Berdasarkan diagram fasor



$$|\psi|^2 = I\psi_1 + \psi_2 I^2 = I\psi_1 I^2 + I\psi_2 I^2 + 2\psi_1\psi_2 \cos\Phi$$

Suku ke tiga persamaa ersebut adalah term interferensi yang memprediksi pola interferensi yang sebenarnya diamati.

