

*Spectroscopia de IR cu
Transformată Fourier*

Interferența undelor

- Reprezentarea unei unde (electromagnetică, mecanică):

$$\Psi = A \cos(\omega t + \phi)$$

A = amplitudinea

ω = frecvența (pulsăția) $\omega = 2\pi\nu$

ϕ = faza

Două unde:

Concordanță de fază

(arg cos identic) → creșterea
amplitudinii rezultante

Defazate (arg cos diferit) →
scăderea amplitudinii rezultante



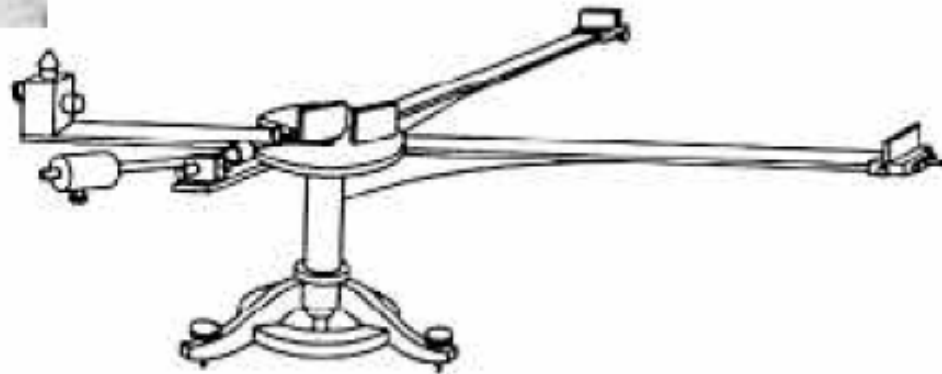
ERNEST ORLANDO LAWRENCE
BERKELEY NATIONAL LABORATORY

Albert Michelson (1852-1931)

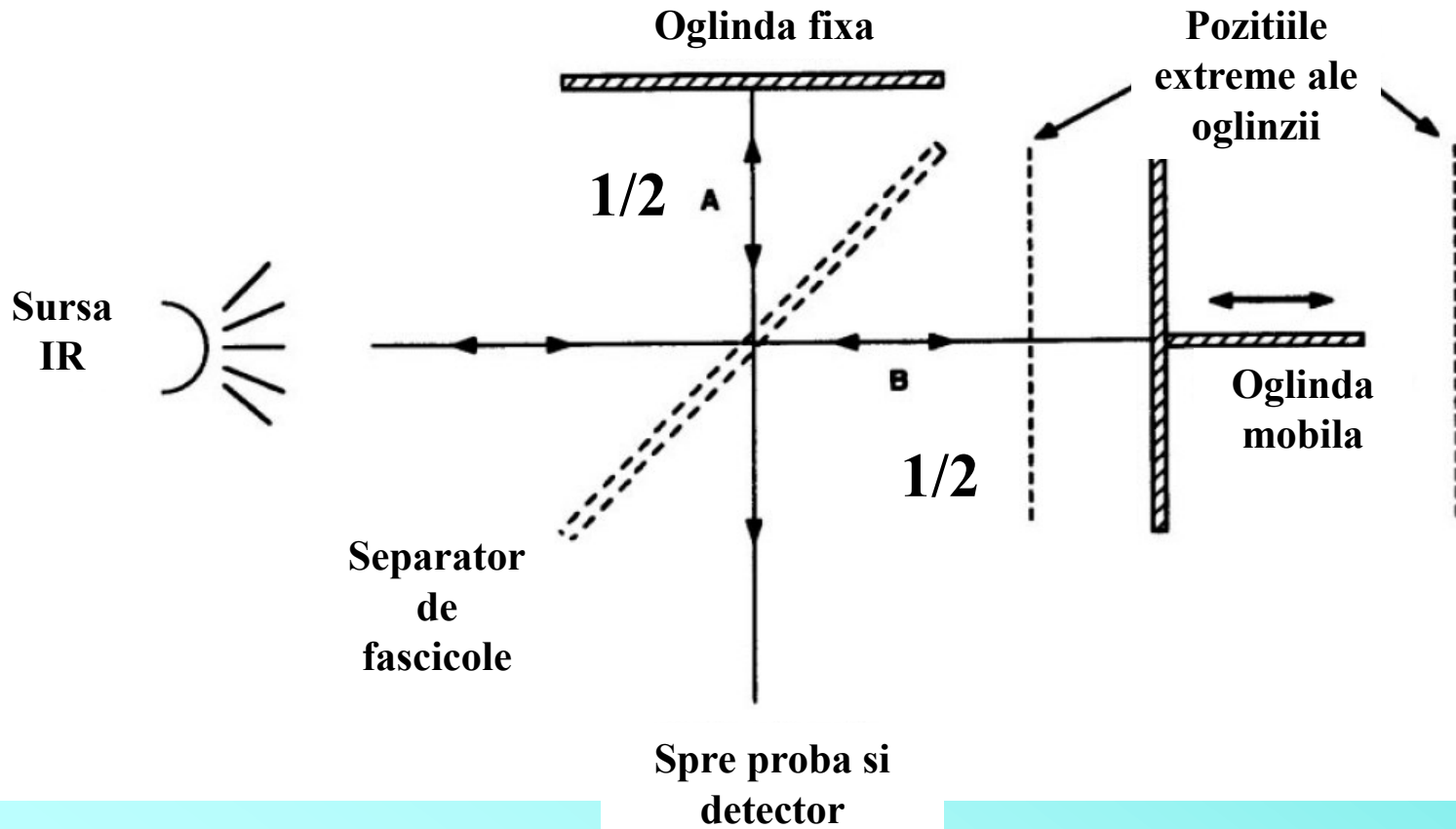


Michelson wanted to measure the speed the the earth moves through the ether (the medium in which light travels). By measuring the interference between light paths at right angles, one could find the direction & speed of the ether.

Michelson's
first
interferometer
(1881)



Principiul interferometrului



Distanța de la separator la oglinda fixă = A

Distanța de la separator la oglinda mobilă = B

**Dacă $A=B \rightarrow$ drumul parcurs de cele două fascicule este identic
 \rightarrow diferență de drum zero**

-
- **prin mișcarea oglinzii mobile se induce o diferență de drum diferită de zero.**
-
- **Deplasarea oglinzii se notează cu Δ iar diferența de drum optic între cele două unde este:**

$$\delta = 2\Delta$$

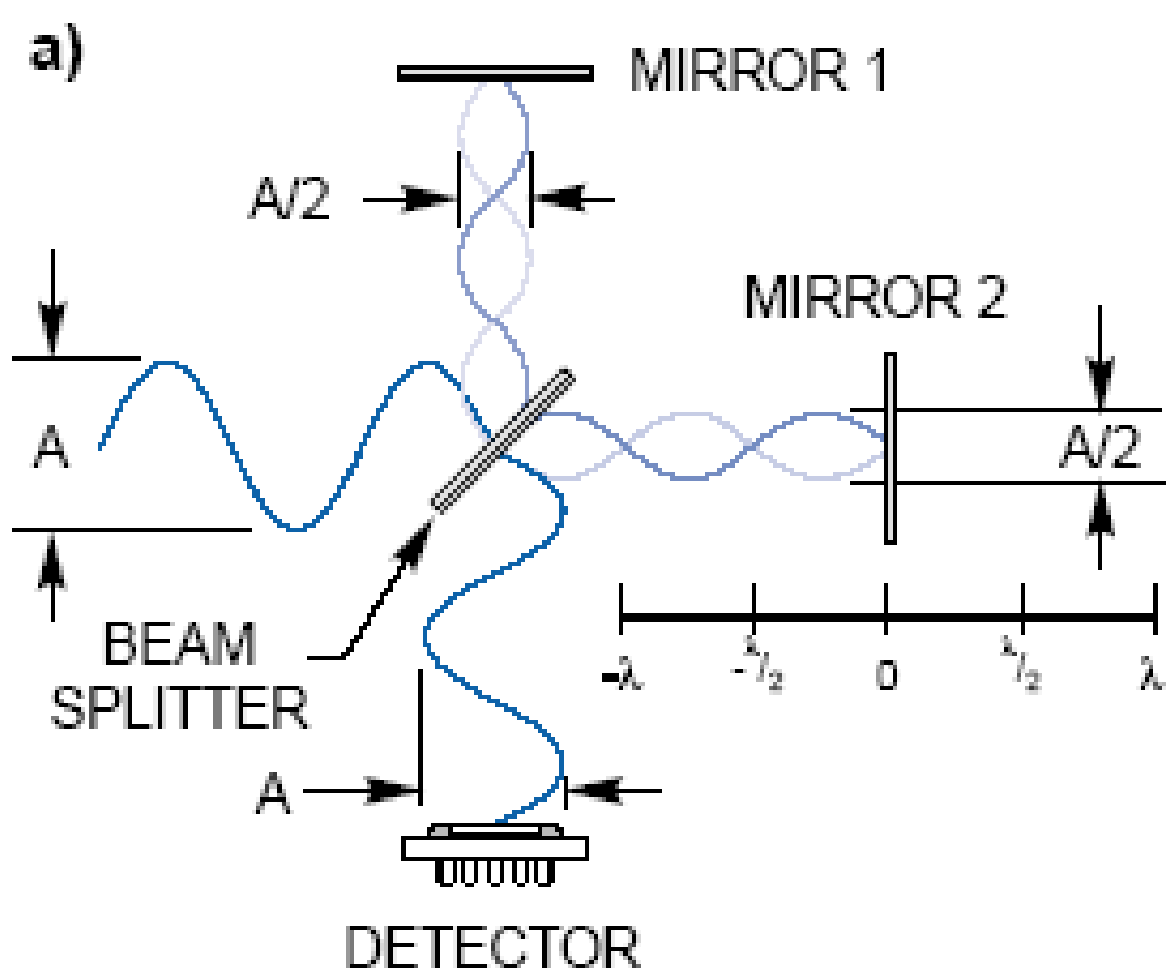
Interferența constructivă apare în cazul:

$$\delta = n\lambda$$

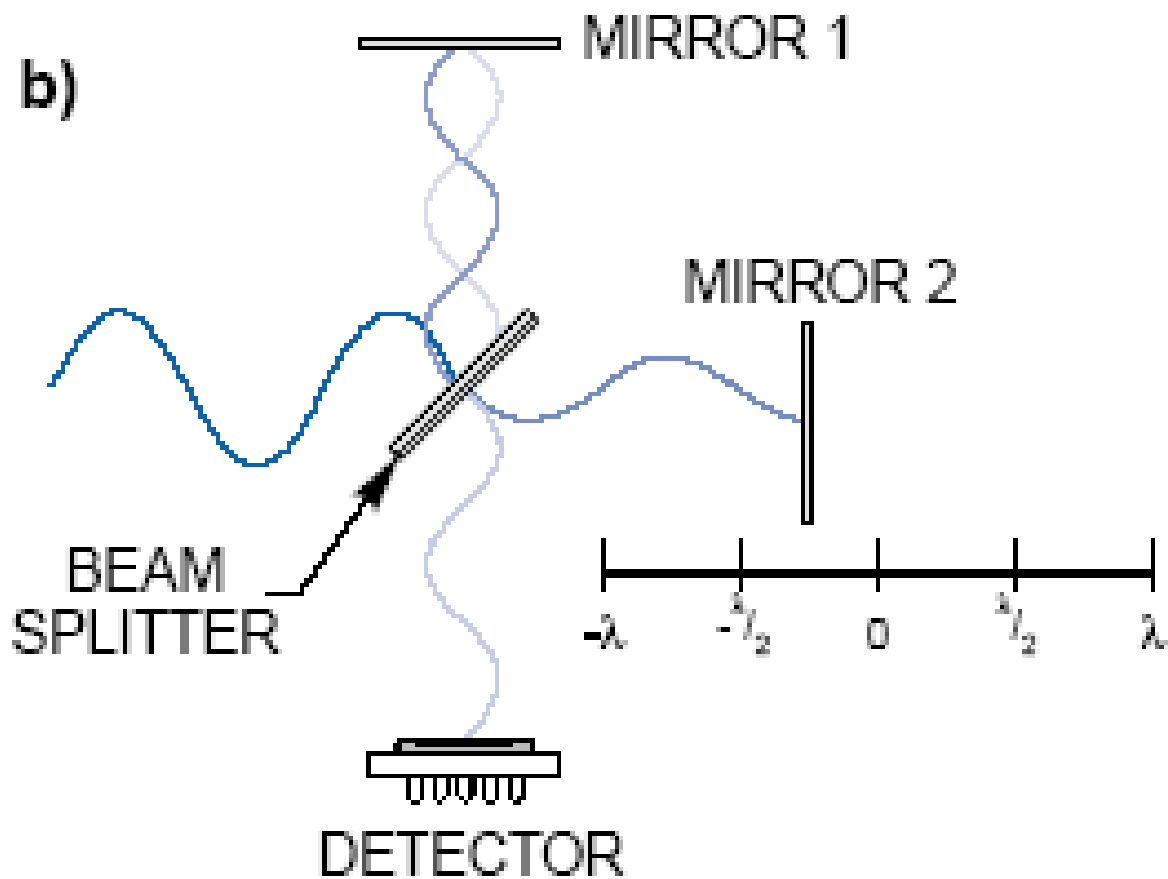
Interferența distructivă apare în cazul:

$$\delta = (n + 1/2)\lambda$$

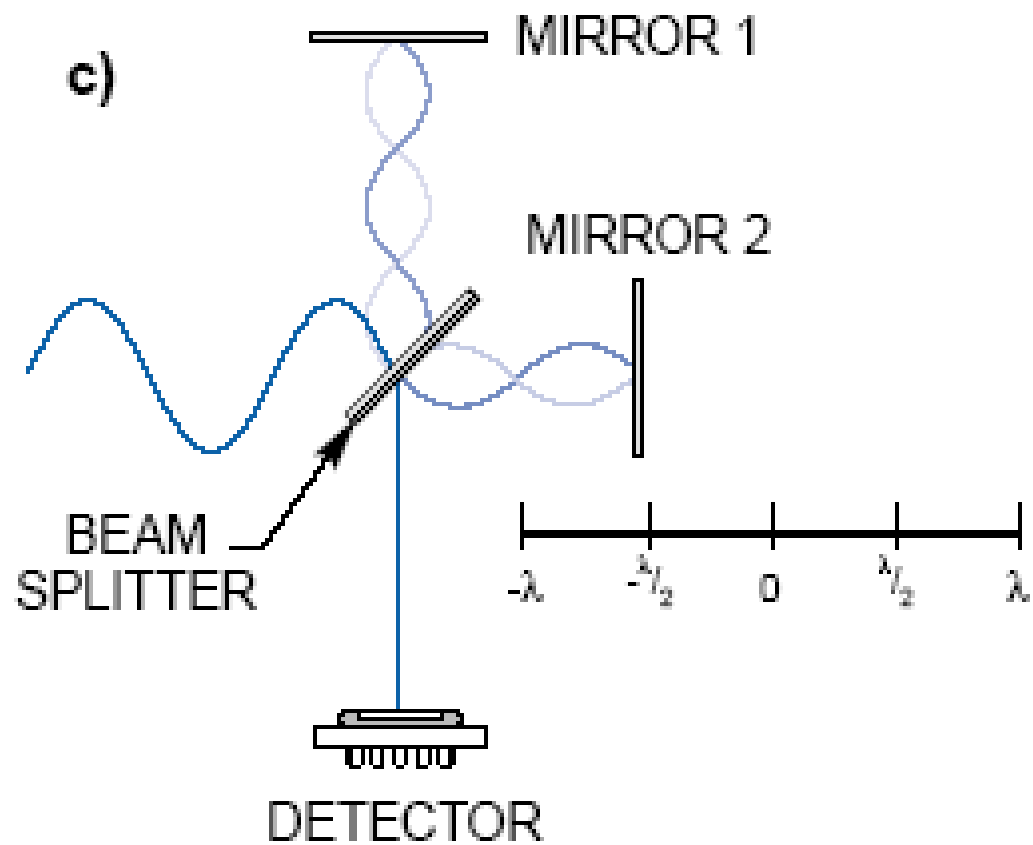
- pentru experimentul următor se presupune că se lucrează cu radiație monocromatică



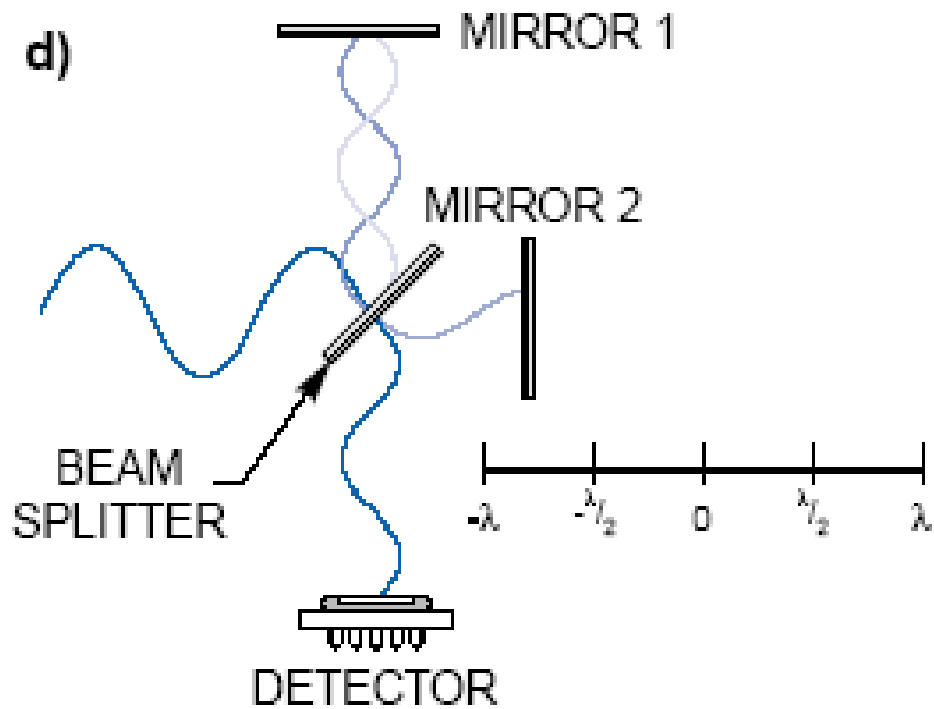
$$\delta = 0$$



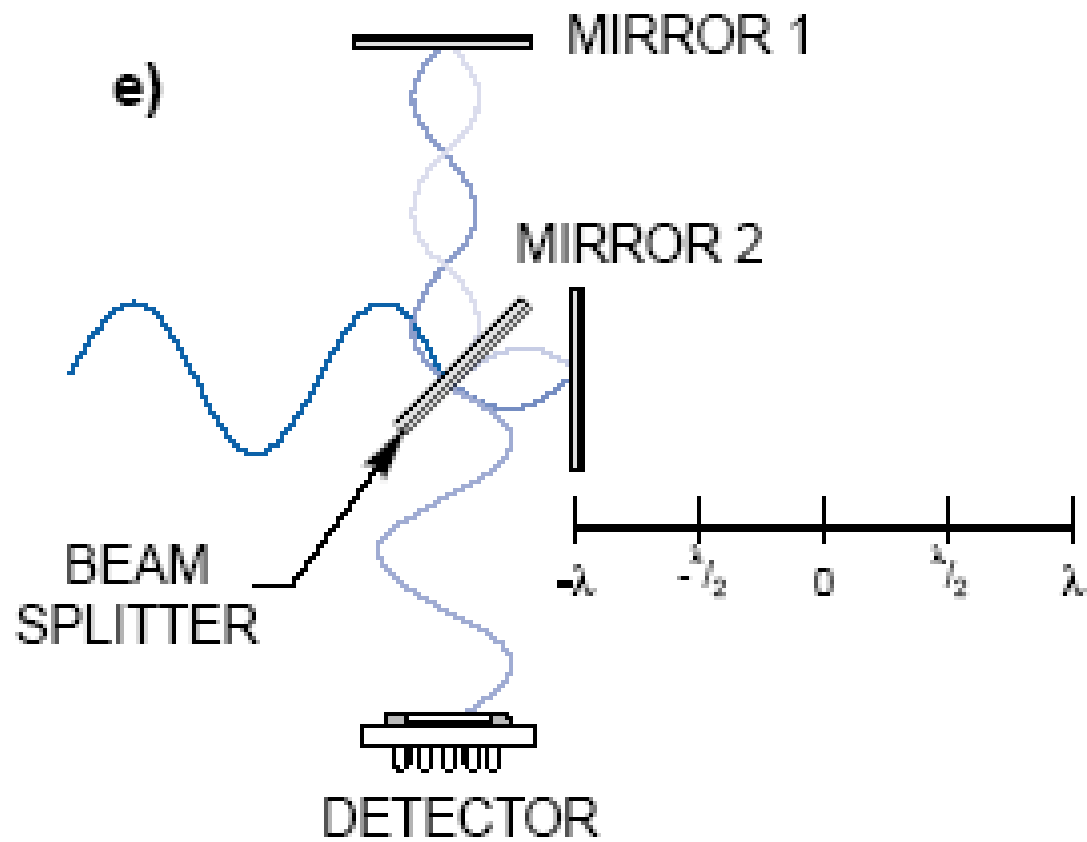
$$\delta = (1/4) \lambda$$



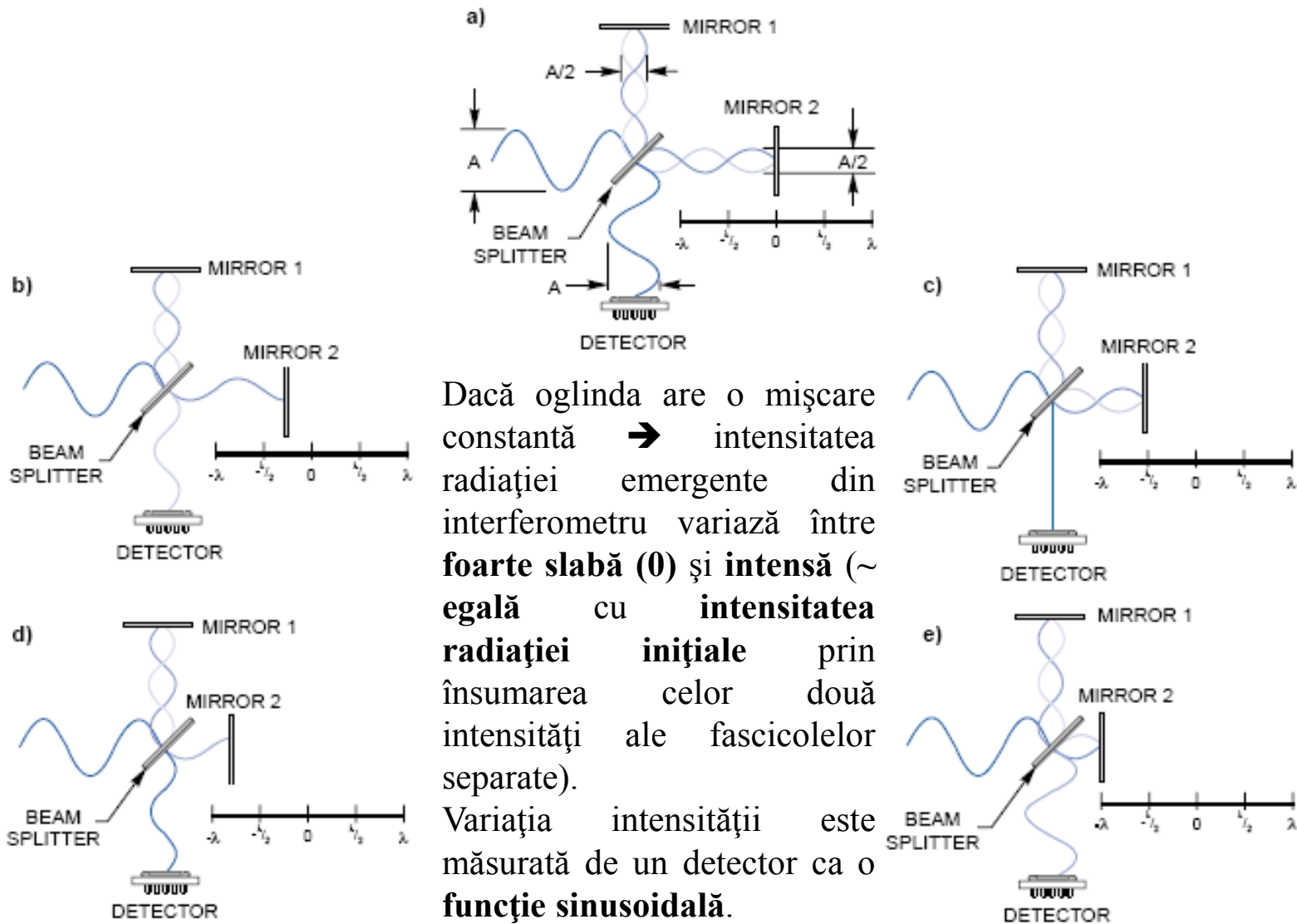
$$\delta = (1/2) \lambda$$



$$\delta = (3/4) \lambda$$



$$\delta = \lambda$$



Dacă oglinda are o mișcare constantă → intensitatea radiației emergente din interferometru variază între **foarte slabă (0)** și **intensă (~egală cu intensitatea radiației inițiale** prin însumarea celor două intensități ale fasciculelor separate). Variația intensității este măsurată de un detector ca o **funcție sinusoidală**.

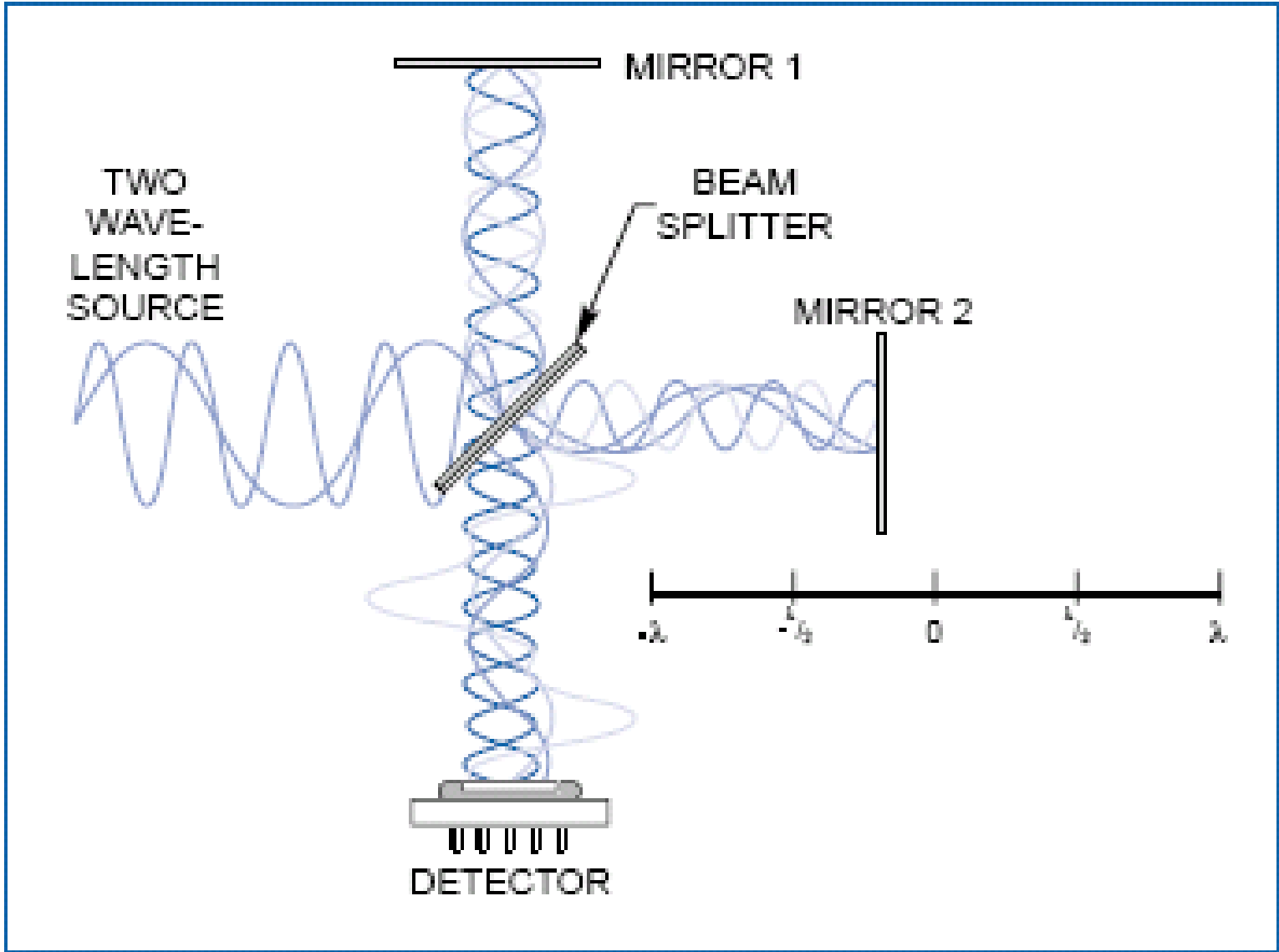
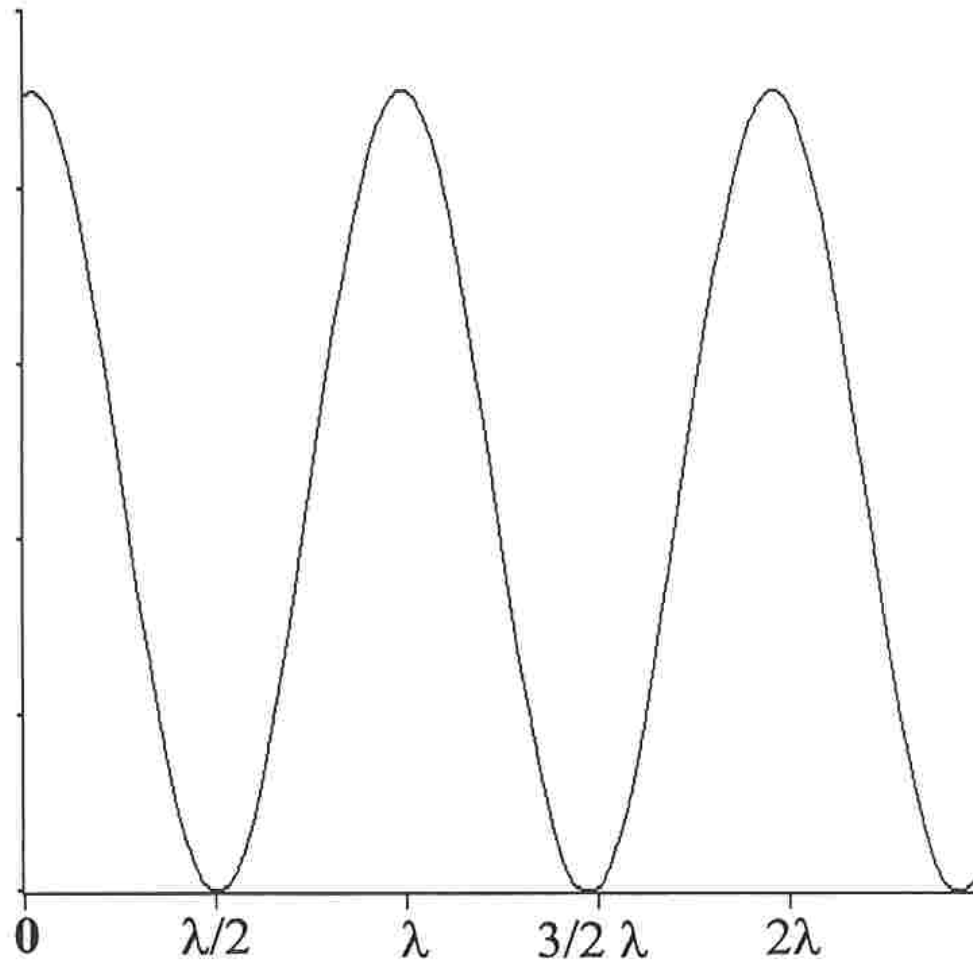


Fig. 3.7 Michelson's experiment

Interferograma

Intensitatea

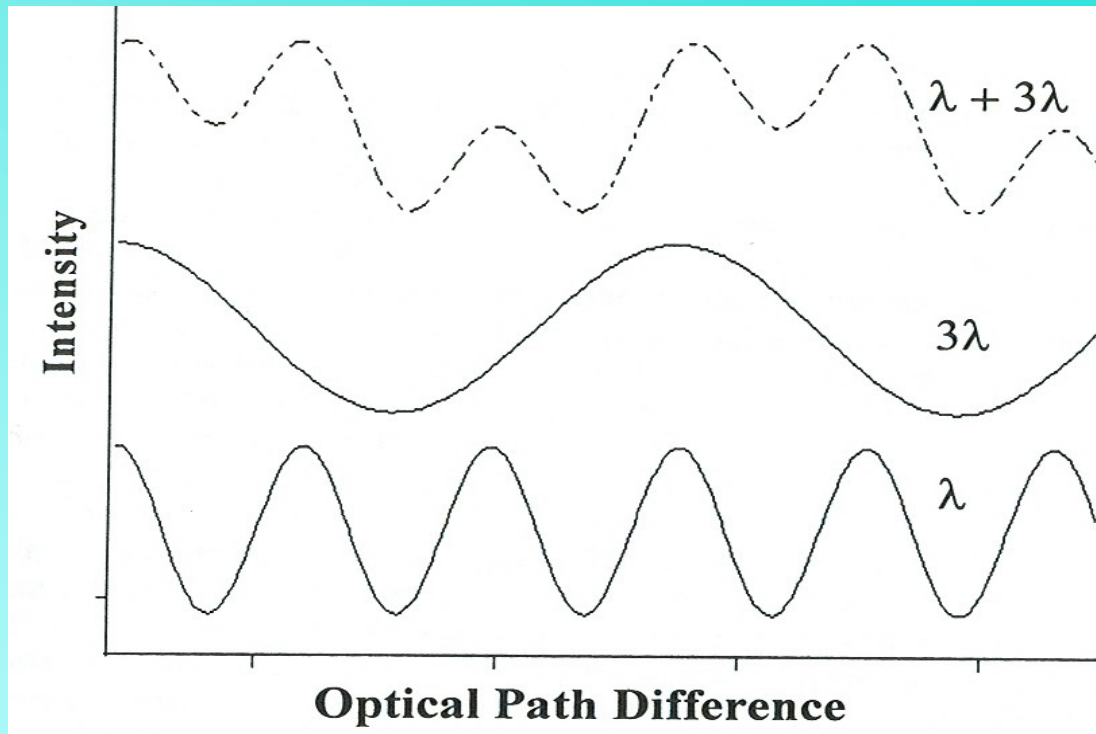


Diferenta de drum optic

Pentru a genera o interferogramă completă oglinda mobilă trebuie deplasată înainte și înapoi pe tot domeniul accesibil.

Operația se numește SCANARE

Se efectuează experimentul anterior, dar cu două unde monocrome, de lungimi diferite (λ și 3λ):



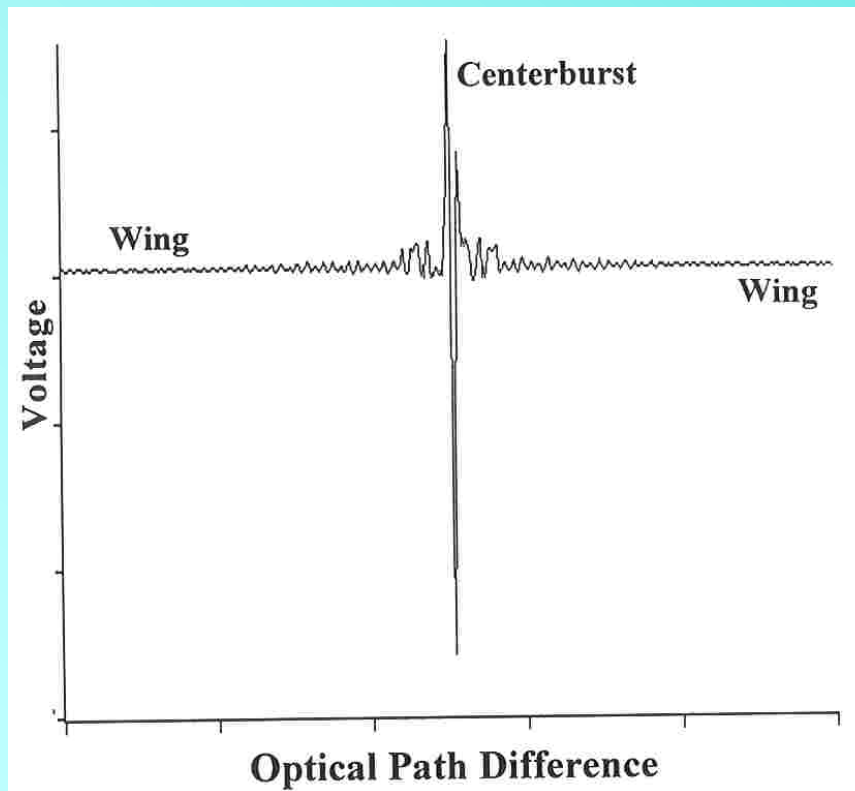
Radiațiile de lungimi de undă diferite suferă interferența constructivă și distructivă în interferometru la diferențe de drum optic diferite. Rezultă două interferograme diferite (prezentate cu linie continuă în fig. anterioară).

Aceasta este modalitatea prin care interferometrul face distincție între două semnale de lungimi de undă diferite.

Semnalele interferogramelor sunt aditive, iar rezultatul este trasat cu linie punctată.

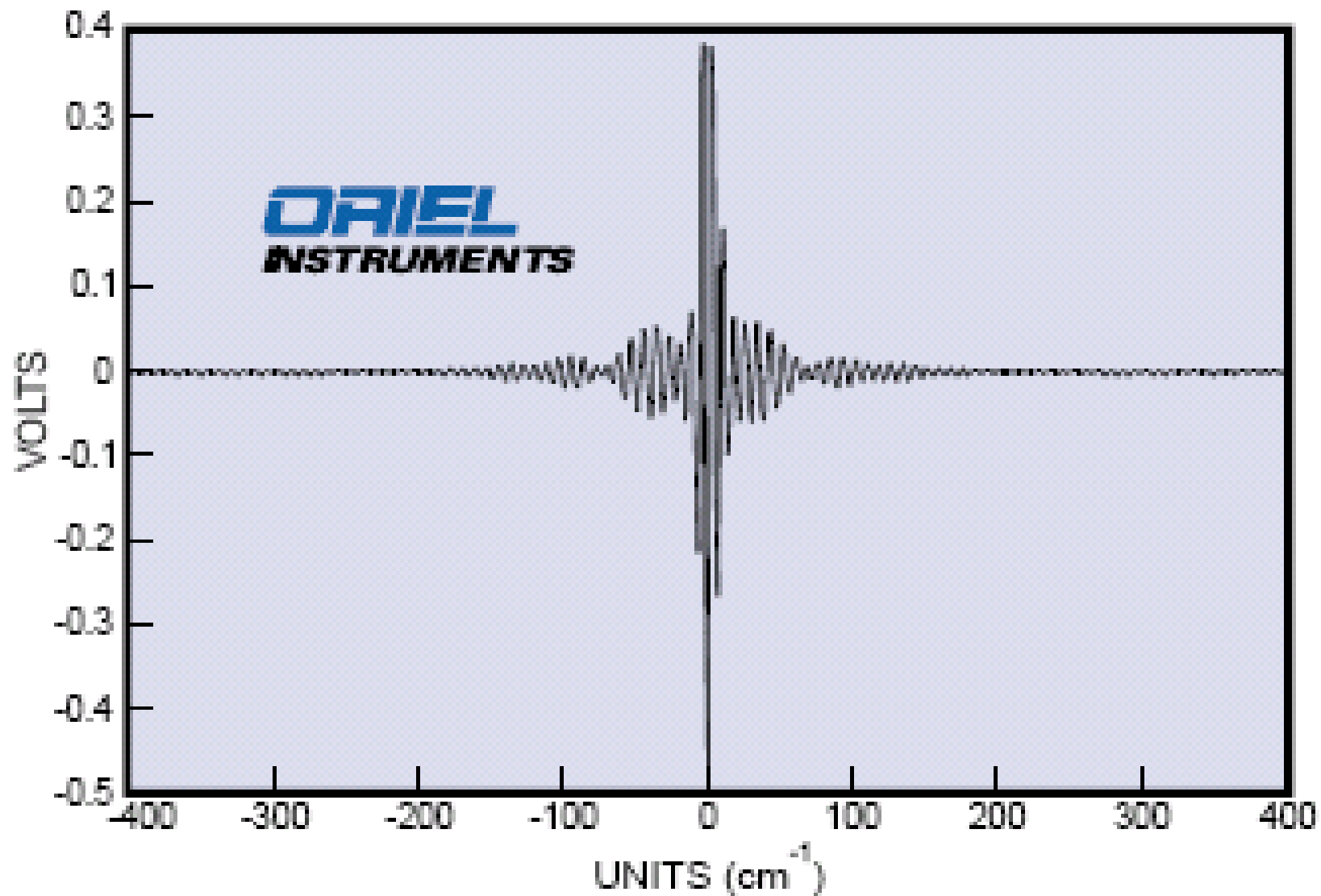
În locul sursei monocrome se utilizează o sursă de radiație de **bandă largă** (modul normal de lucru la aparatele FTIR). Fiecare radiație de lungime de undă existentă în fascicolul inițial va genera o interferogramă diferită.

Interferograma totală măsurată de detector este **suma** tuturor interferogramelor radiațiilor existente.



În zona centrală (diferența de drum optic nulă) intensitatea este maximă deoarece are loc interferența constructivă a tuturor radiațiilor din sistem.

Odată cu creșterea diferenței de drum optic au loc tot mai multe interferențe destructive, astfel că intensitatea totală scade rapid spre marginile domeniului (deplasarea oglinzii)



Deoarece o singură interferogramă conține informații despre intensitatea tuturor radiațiilor de lungimi de undă diferite nu mai este necesară separarea fizică a radiației în componente și utilizarea radiației monocrome.

Interferometrul codifică informațiile despre lungimile de undă și despre intensități, iar **transformata Fourier le decodifică și le transformă în spectru.**

Interferograma = un număr foarte mare de semnale sinusoidale adunate la un loc.

Fourier – teoremă – Orice funcție $y = f(x)$ poate fi exprimată ca o sumă de funcții sinusoidale.

Un spectru = o funcție $[A, E, T = f(\lambda \text{ sau } \nu)]$

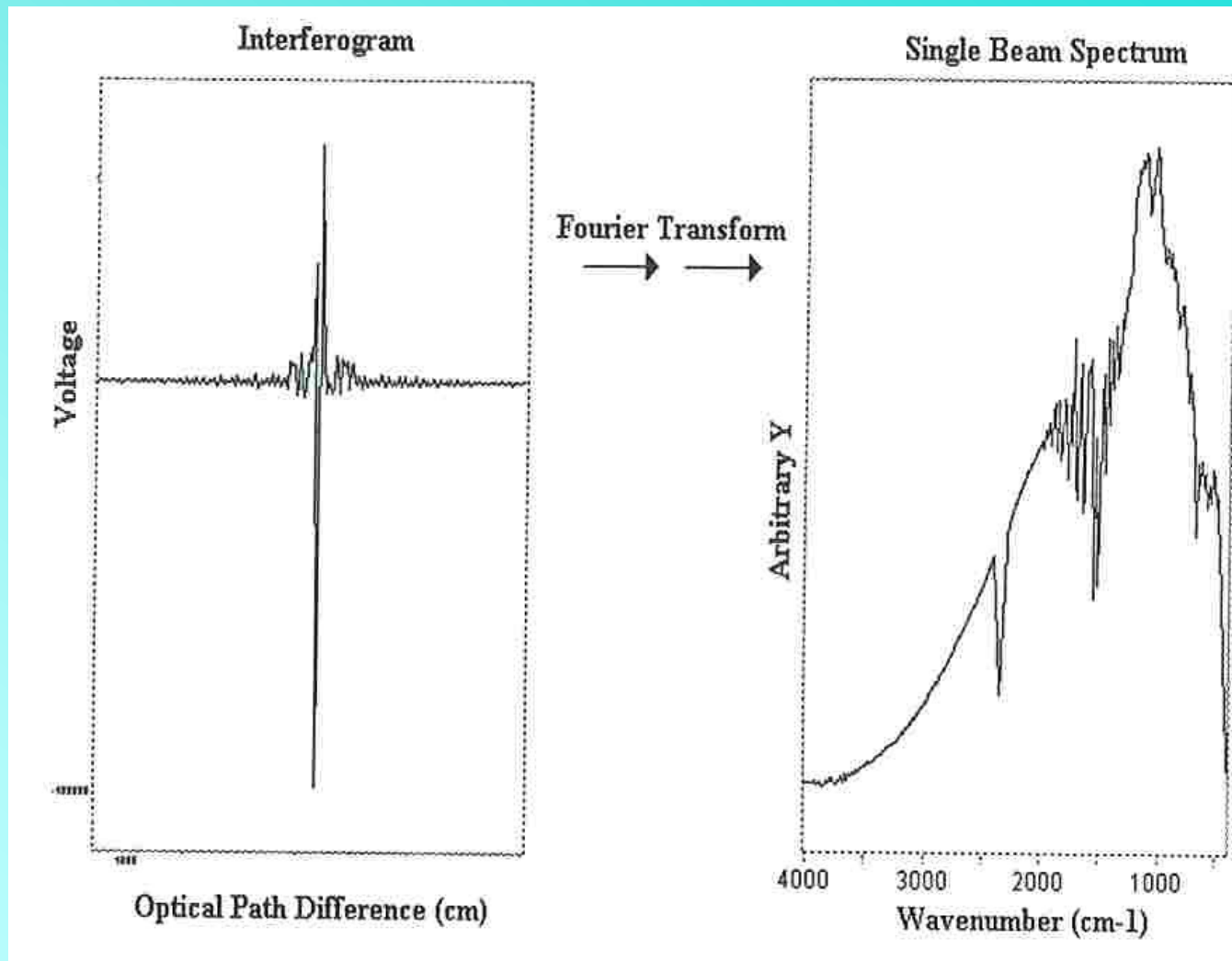
Transformarea Fourier a interferogramei → spectru

Necesitatea mai multor scanări:

Orice aparat de măsură înregistrează pe lângă semnalele utile și semnale perturbatoare care formează **zgomotul de fond**.

Zgomotul de fond nu prezintă periodicitate (**este aleator**), prin urmare la scanarea de mai multe ori a probei se va produce o creștere a semnalelor utile și o anulare a zgomotelor.

$$S/Z \sim (N)^{1/2}, N = \text{numărul de scanări} \rightarrow N=100 \rightarrow S/Z = 10$$



Exemplu de transformare a interferogramei in spectru