

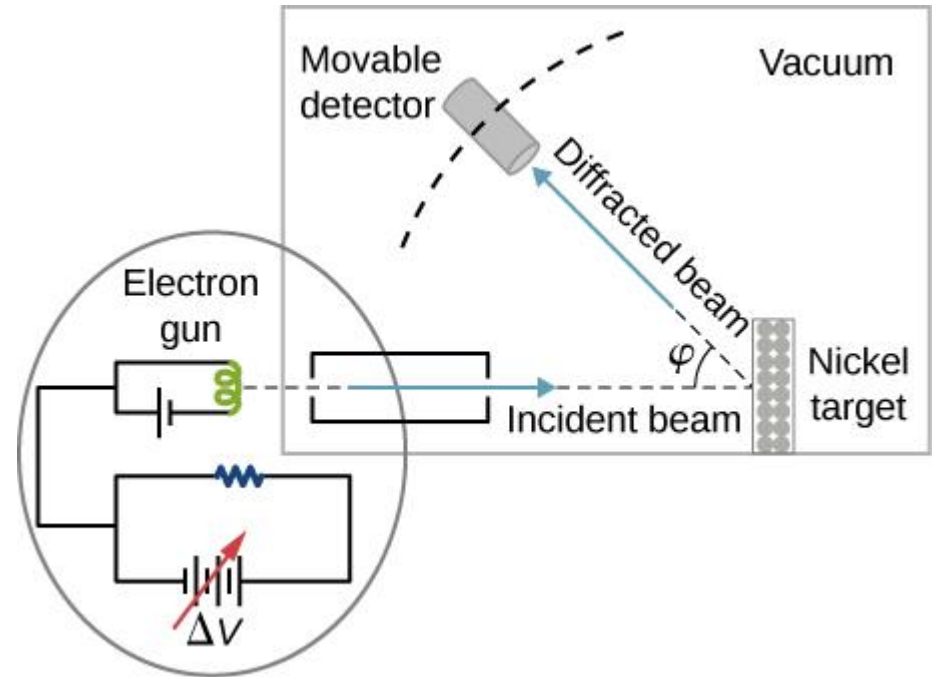
LP 39 : Aspects ondulatoires de la matière. Notion de fonction d'onde

Niveau : L2

Prérequis :

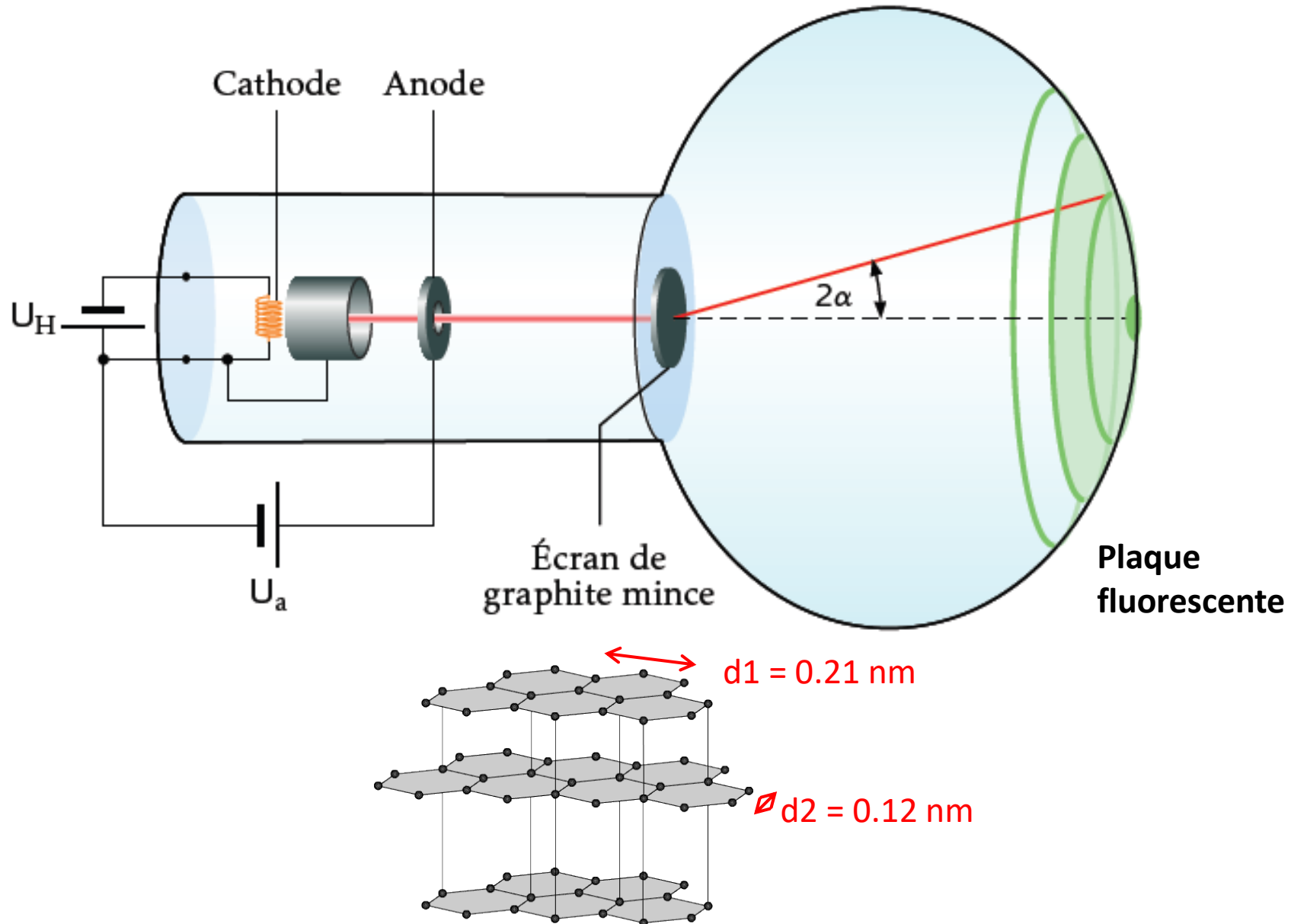
- Optique ondulatoire
- Physique des ondes
- Aspect corpusculaire de la lumière

Expérience de Davisson et Germer (1927)



Davisson et Germer avec leur appareil utilisé pour la diffraction des électrons

Expérience : Tube de diffraction



Comparaison des figures de diffraction obtenues

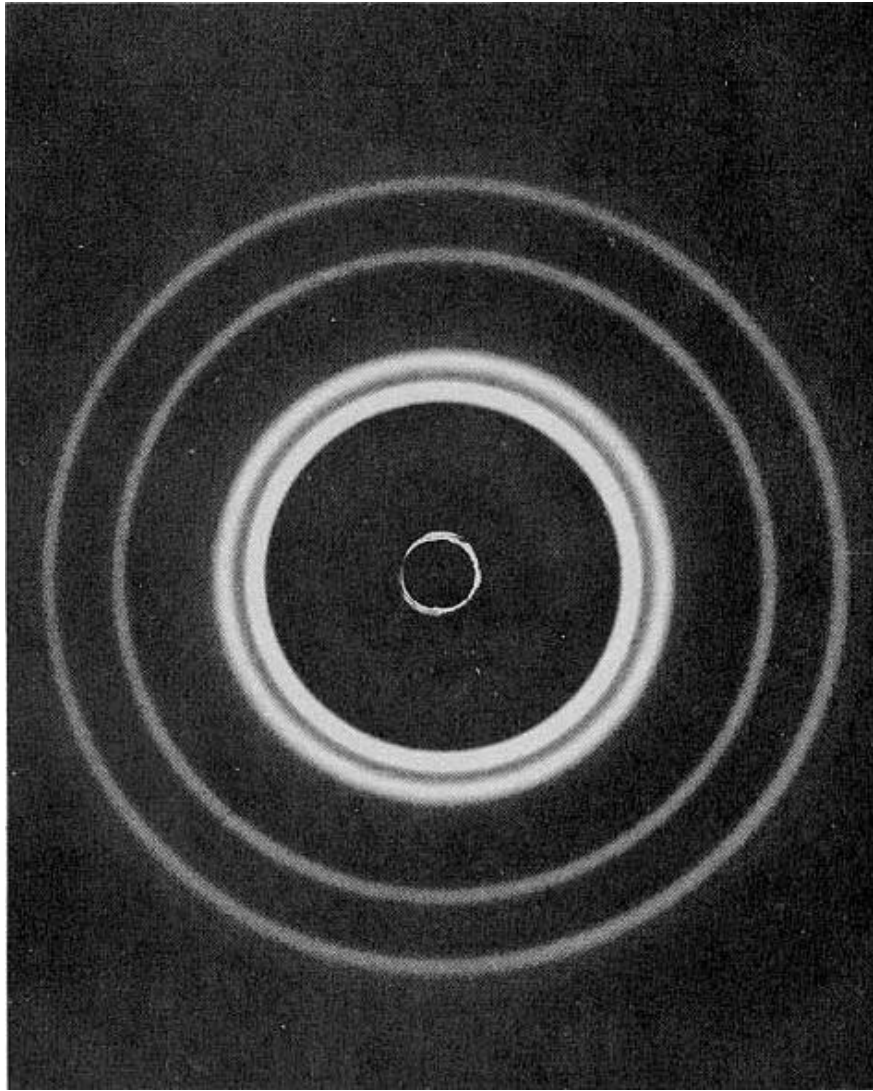


Figure de diffraction avec des rayons X sur de l'aluminium (poudre métallique)

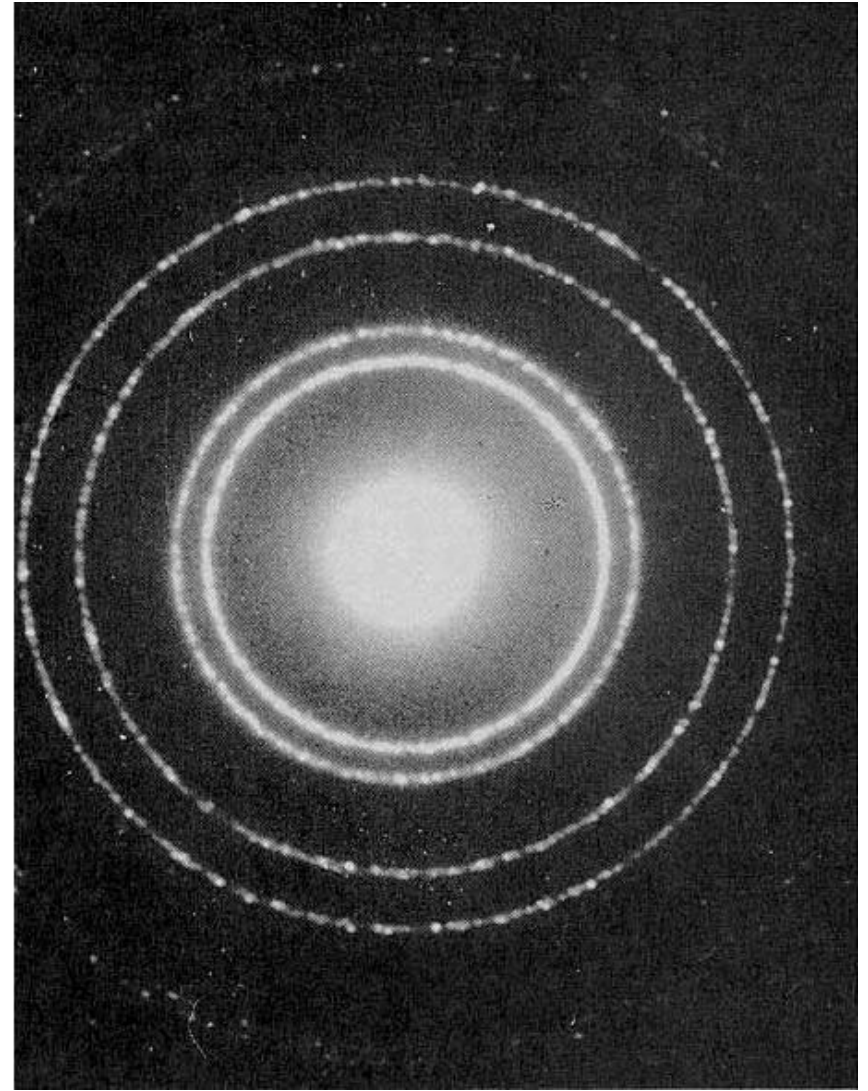


Figure de diffraction avec des électrons sur de l'aluminium (poudre métallique)

Généralisation : Equation de Schrödinger

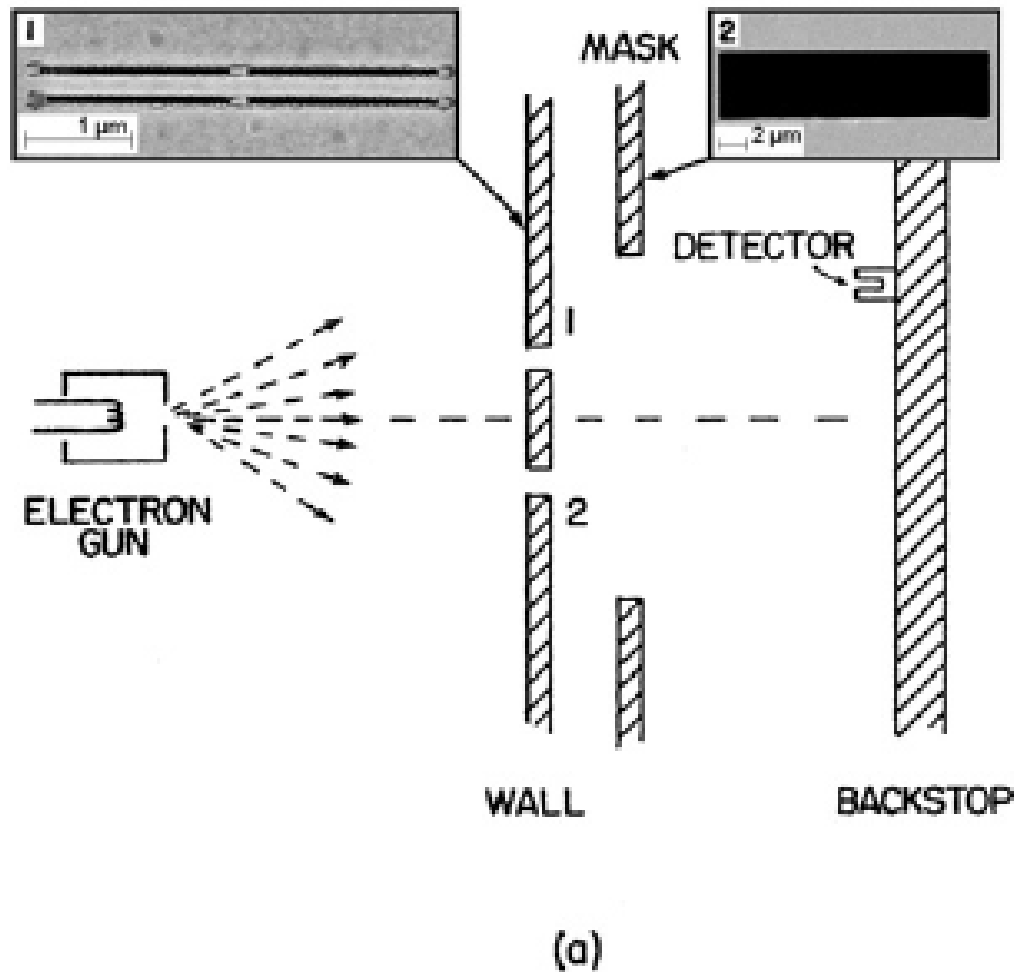
Pour une particule matérielle de masse m non relativiste
d'énergie potentielle V ,

$$i\hbar \frac{\partial \psi(\vec{r}, t)}{\partial t} = \underbrace{\frac{-\hbar^2}{2m} \Delta \psi(\vec{r}, t)}_{\text{Energie cinétique}} + \underbrace{V(\vec{r}, t) \psi(\vec{r}, t)}_{\text{Energie potentielle}}$$

Energie
cinétique

Energie
potentielle

Diffraction contrôlée d'électrons à double fente

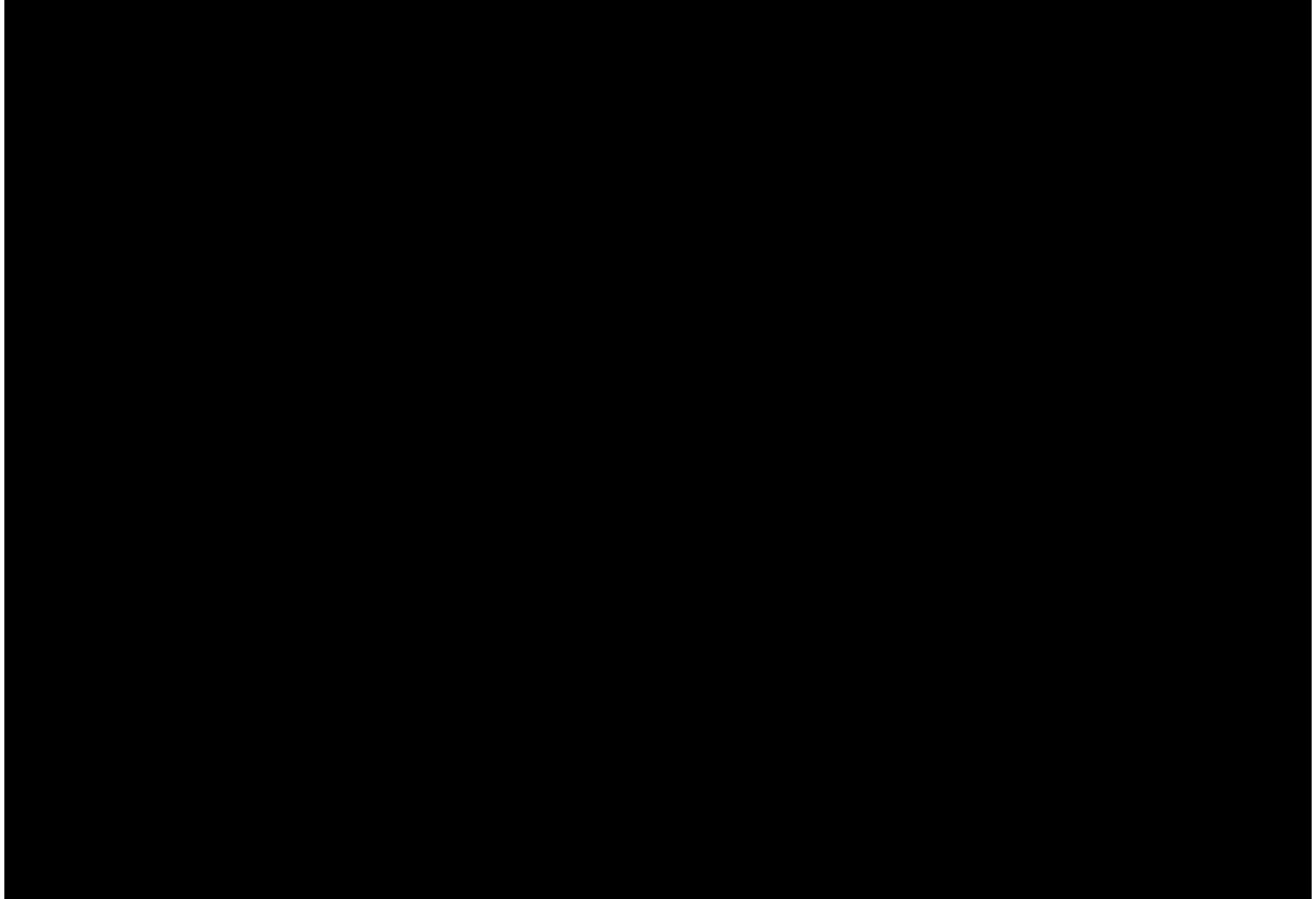


Roger Bach, Damian Pope, Sy-Hwang Liou and Herman Batelaan

Published 13 March 2013

[New Journal of Physics](#), [Volume 15](#), [March 2013](#)

Diffraktion contrôlée d'électrons à double fente

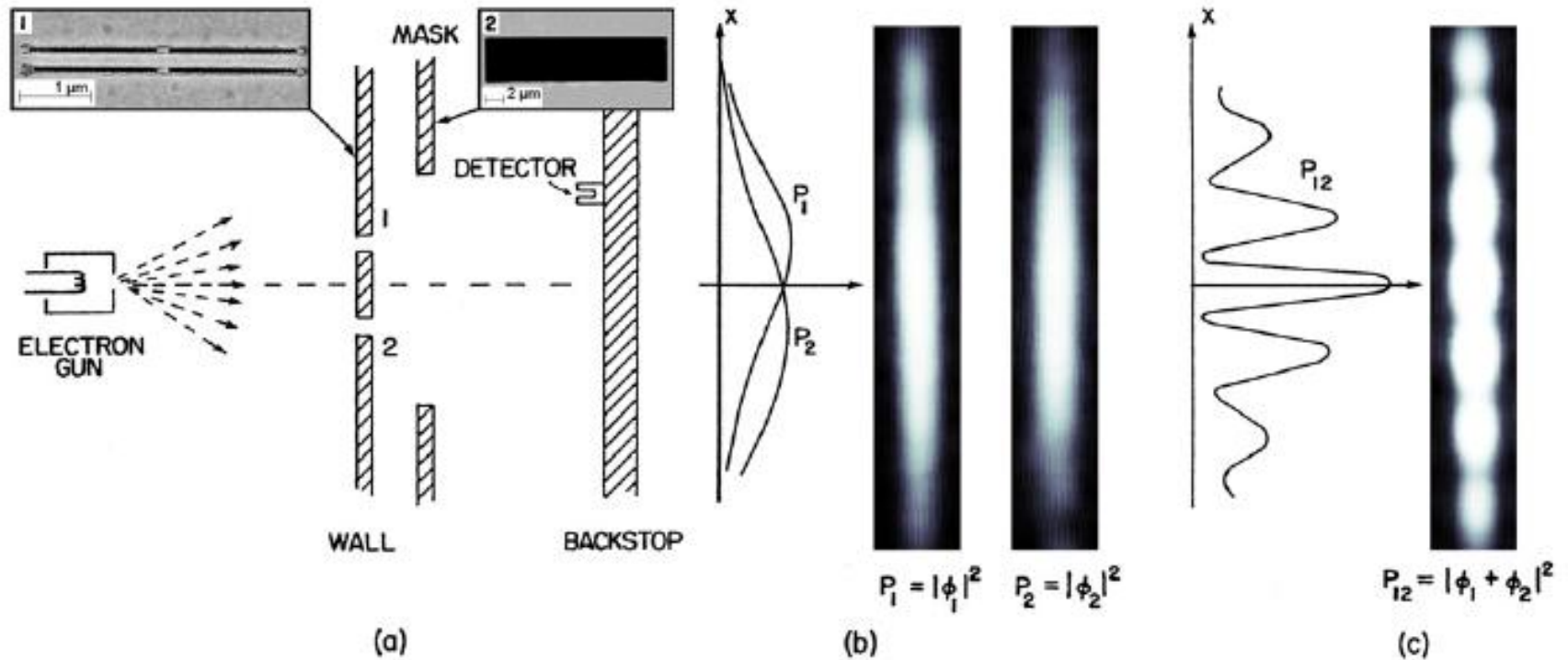


Roger Bach, Damian Pope, Sy-Hwang Liou and Herman Batelaan

Published 13 March 2013

[New Journal of Physics, Volume 15, March 2013](#)

Diffraktion d'électrons contrôlée à double fente



Roger Bach, Damian Pope, Sy-Hwang Liou and Herman Batelaan

Published 13 March 2013

[New Journal of Physics](#), [Volume 15](#), [March 2013](#)

Comparaison avec l'électromagnétisme

	Electromagnétisme	Mécanique quantique
Grandeur accessible lors de la mesure (interférences)	Eclairement $\varepsilon = s_1 + s_2 ^2$	Probabilité de présence $P = \psi_1 + \psi_2 ^2$
Amplitude du champ considéré	Vibration scalaire lumineuse $s(\vec{r}, t)$	Amplitude de probabilité de présence $\psi(\vec{r}, t)$

Principe de superposition

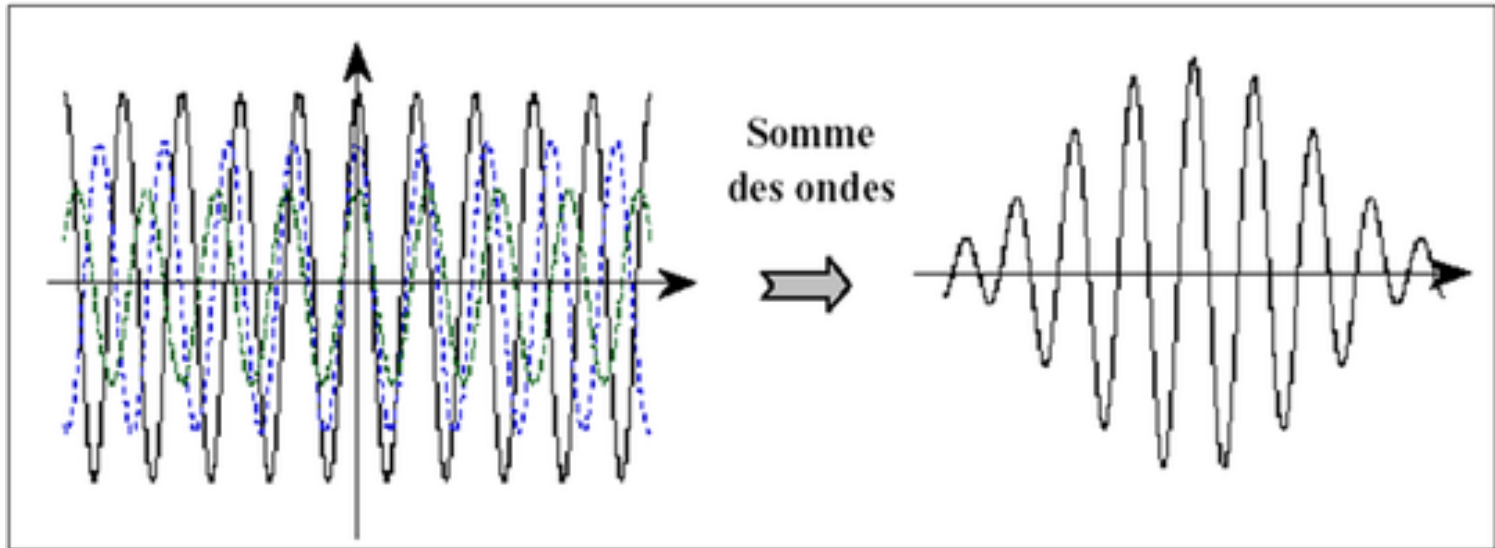
Equation de Schrödinger linéaire :

$$i\hbar \frac{\partial \psi(\vec{r}, t)}{\partial t} = \frac{-\hbar^2}{2m} \Delta \psi(\vec{r}, t) + V(\vec{r}, t) \psi(\vec{r}, t)$$

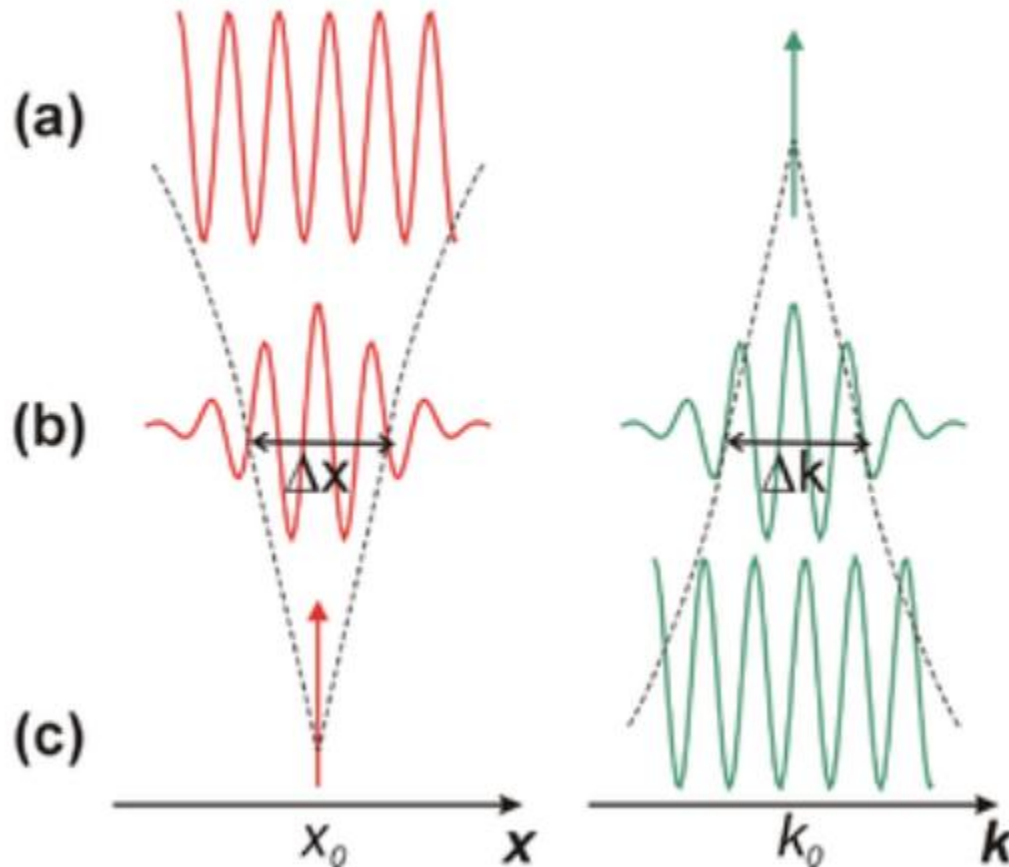
Principe de superposition :

Toute superposition linéaire de fonction d'onde solutions de l'équation de Schrödinger est une fonction d'onde solution de l'équation

Paquet d'ondes



Relations d'indétermination de Heisenberg



Propriété : $\Delta x \Delta k \geq \frac{1}{2}$

Document 1 : extraits de la thèse de Louis de Broglie (1924)²

(p.32-33)

Une des plus importantes conceptions nouvelles introduites par la Relativité est celle de l'inertie de l'énergie. D'après Einstein, l'énergie doit être considérée comme ayant de la masse et toute masse représente de l'énergie. La masse et l'énergie sont toujours reliées l'une à l'autre par la relation générale :

$$\text{énergie} = \text{masse} \times c^2$$

c étant la constante dite « vitesse de la lumière » [...]

Il nous semble que l'idée fondamentale de la théorie des quanta soit l'impossibilité d'envisager une quantité isolée d'énergie sans y associer une certaine fréquence. Cette liaison s'exprime par ce que j'appellerai la relation du quantum :

$$\text{énergie} = h \times \text{fréquence}$$

h constante de Planck [...]

On peut donc concevoir que par suite d'une grande loi de la Nature, à chaque morceau d'énergie de masse propre m_0 soit lié un phénomène périodique de fréquence ν_0 telle que l'on ait :

$$h\nu_0 = m_0c^2$$

ν_0 étant mesurée, bien entendu, dans le système lié au morceau d'énergie.

(p.111)

Si les vitesses sont assez faibles pour permettre de négliger les termes de Relativité, la longueur d'onde liée au mouvement d'une molécule dont la vitesse est v , sera³ :

$$\lambda = \frac{\frac{c}{\beta}}{\frac{m_0c^2}{h}} = \frac{h}{m_0v}$$