

Introduction à la physique quantique

19/11/2023

Personne ne comprend vraiment la physique quantique – Richard Feynman

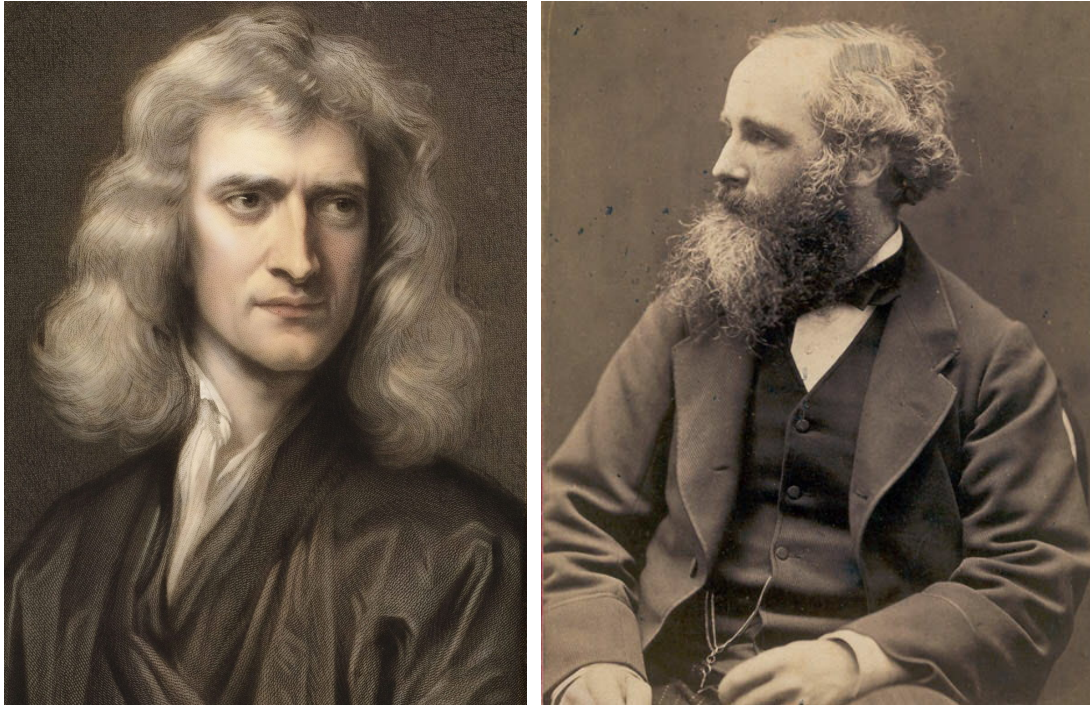


Figure 1.

« Il n'y a plus rien à découvrir en physique aujourd'hui. Tout ce qui reste à faire, c'est d'améliorer la précision des mesures » – Lord Kelvin (1895)

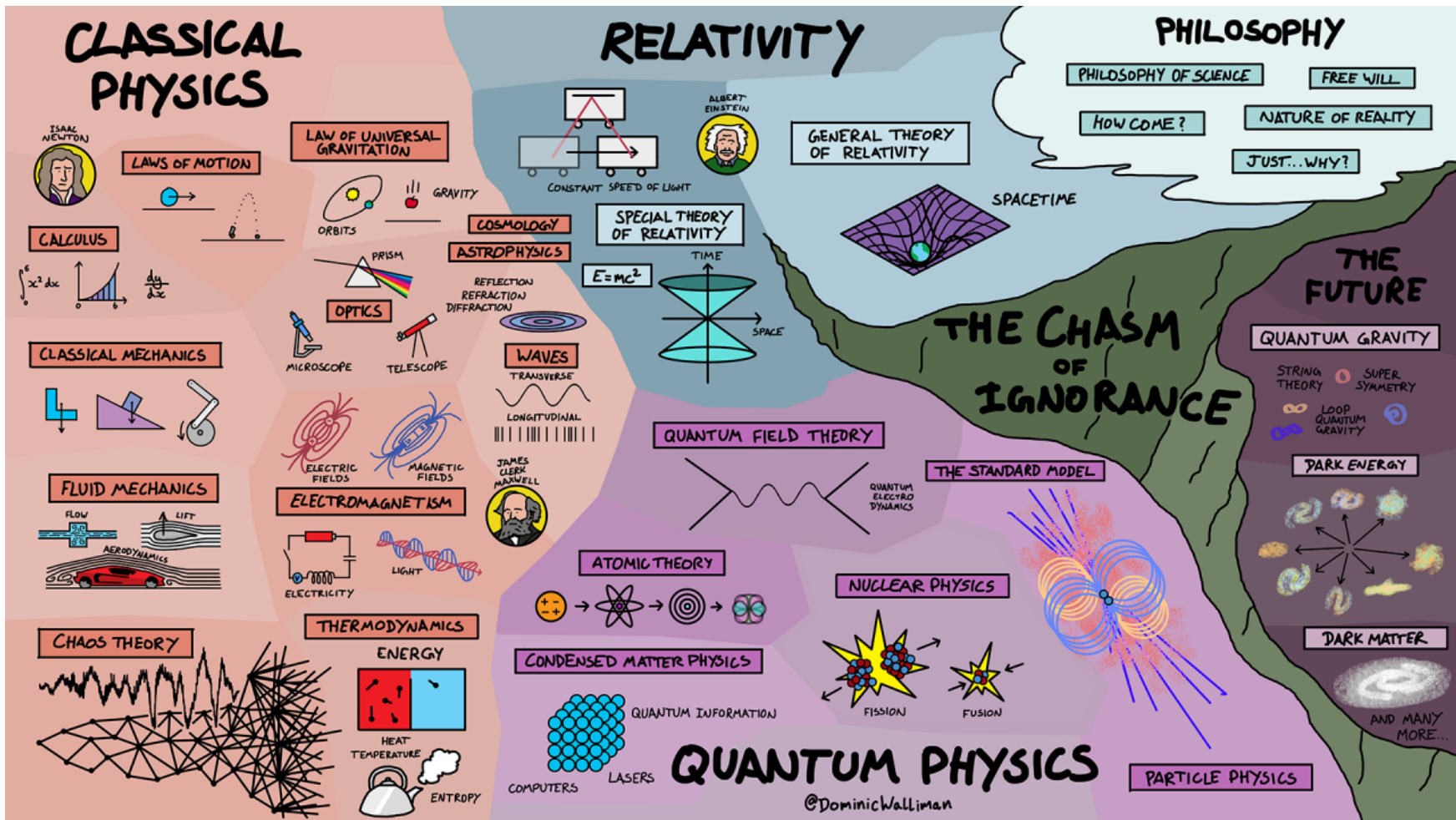


Figure 2.

Contrairement à la physique classique:

- La quantification
- La dualité onde-corpuscule
- Le principe d'indétermination
- Le principe de superposition
- L'influence de l'observateur
- L'intrication
- La contrafactualité
- Probabiliste

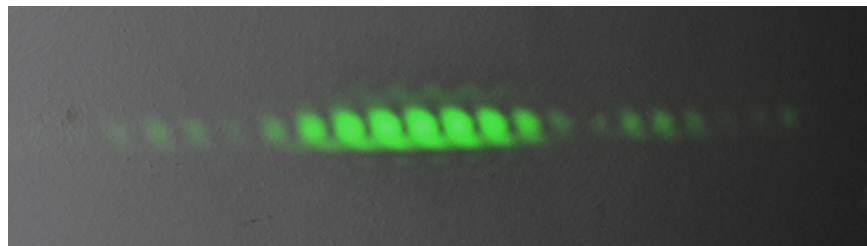
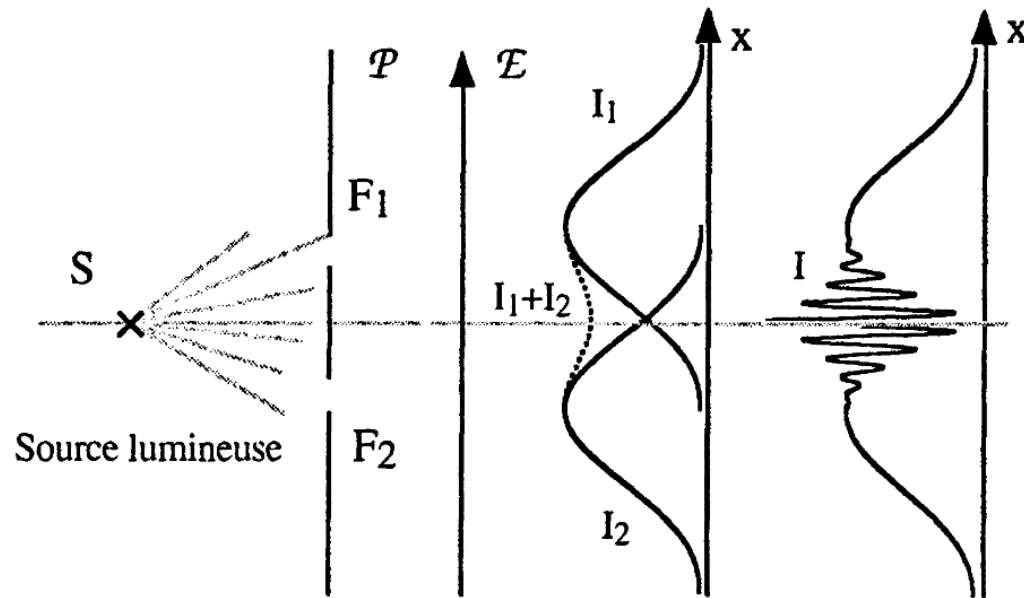


Figure 3. Thomas Young (1807) et Augustin Fresnel (1819)

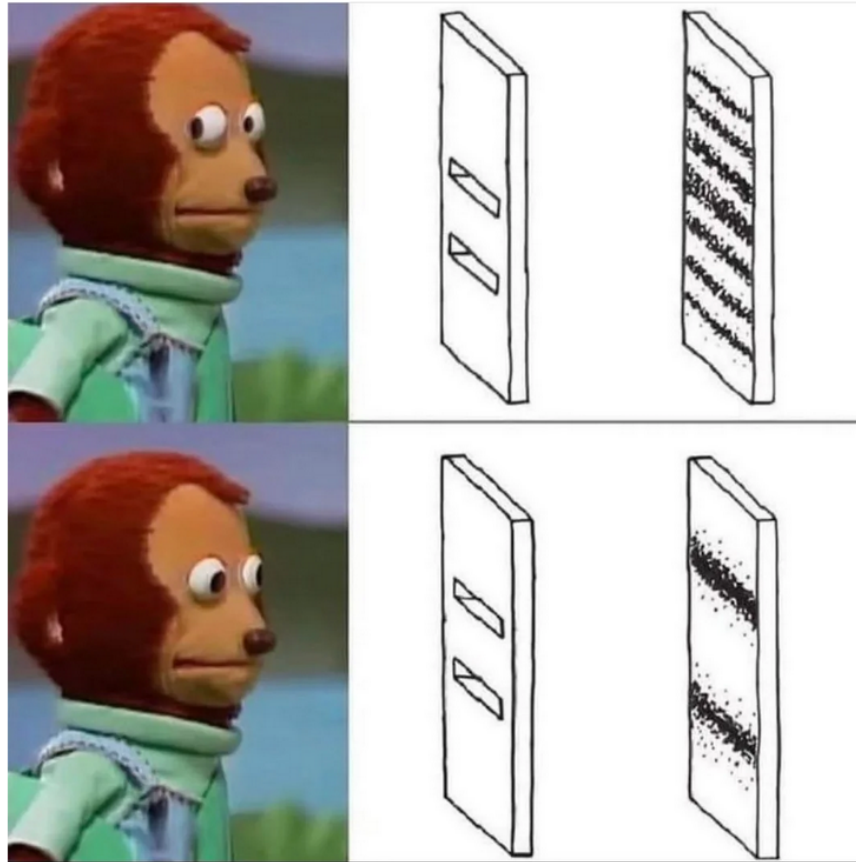
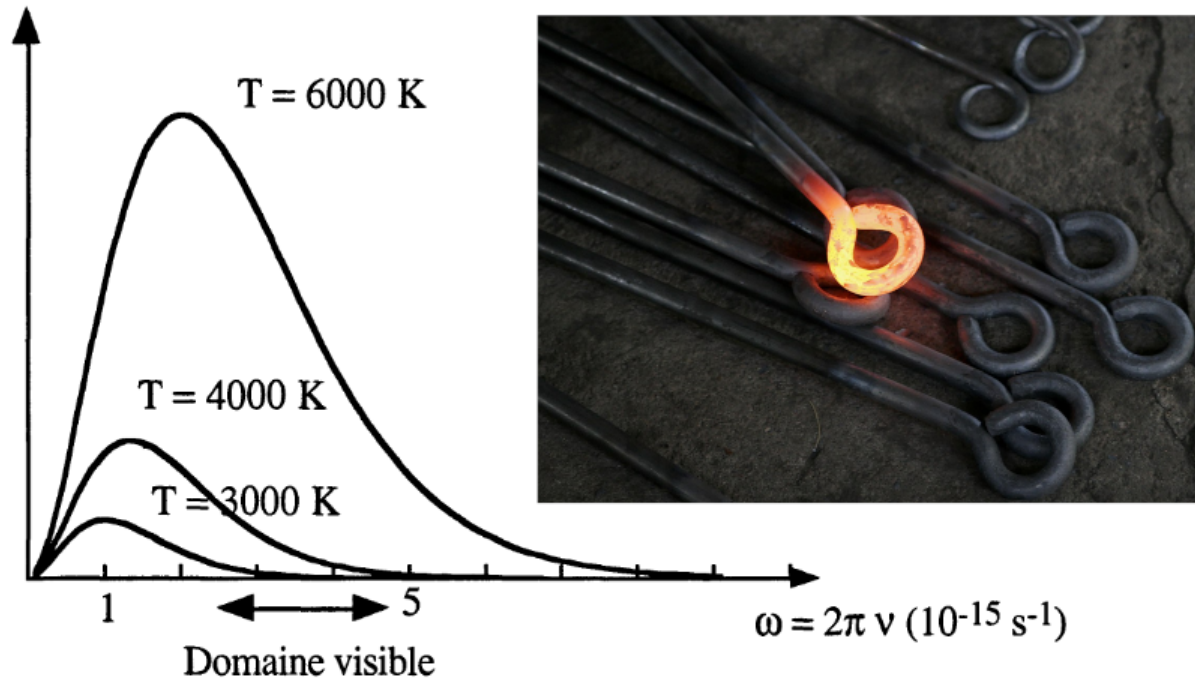


Figure 4. Un meme

Contrairement à la physique classique:

- La quantification
- La dualité onde-corpuscule
- Le principe d'indétermination
- Le principe de superposition
- L'influence de l'observateur
- L'intrication
- La contrafactualité
- Probabiliste



Le rayonnement du corps noir : on porte en abscisse la pulsation ω de la radiation émise et en ordonnée son intensité lorsque le corps noir est porté à la température T .

Figure 5. Max Planck (1900) Invention des quanta, des grains de lumière.

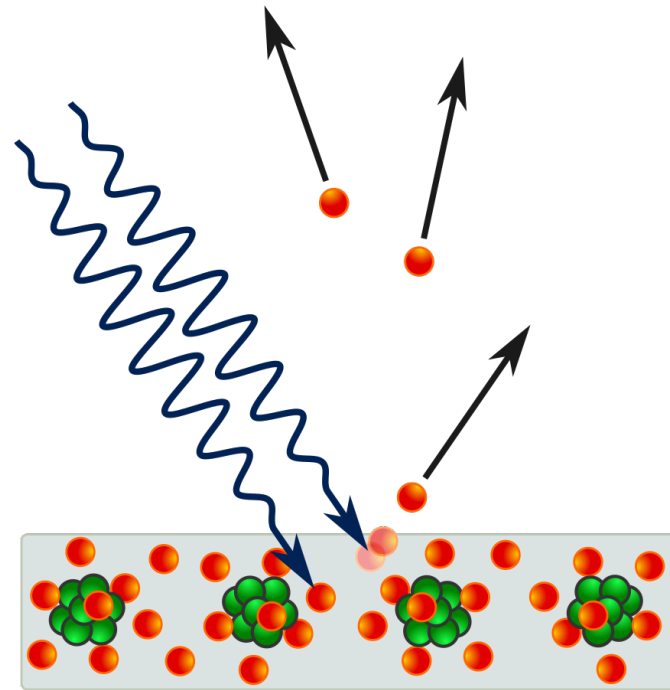
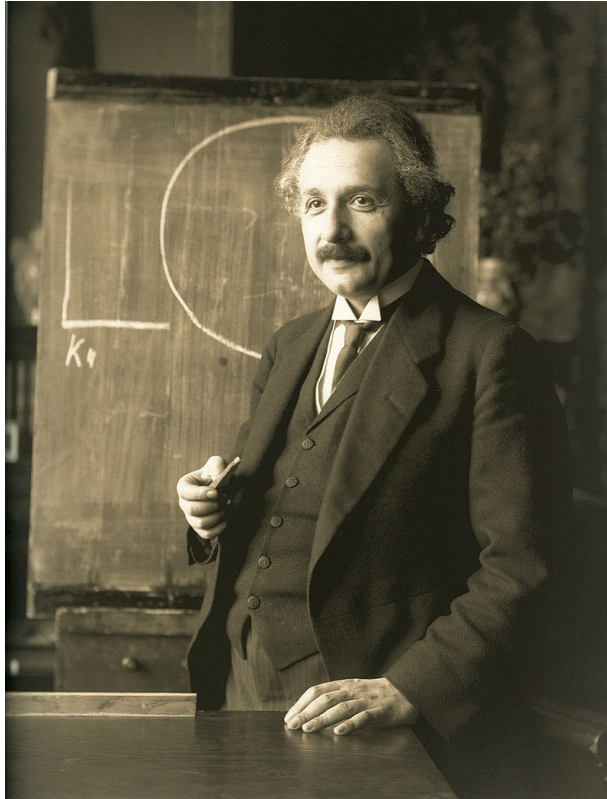


Figure 6. Einstein fournit une explication à l'effet photoélectrique (1905): pour arracher les électrons on doit disposer d'une énergie minimale $E = h\nu$. Niels Bohr proposera (1913) le modèle qui porte son nom. Puis Louis De Broglie (1929) établira que tout type de matière est à la fois onde et corpuscule.

Contrairement à la physique classique:

- La quantification
- La dualité onde-corpuscule
- Le principe d'indétermination
- Le principe de superposition
- L'influence de l'observateur
- L'intrication
- La contrafactualité
- Probabiliste

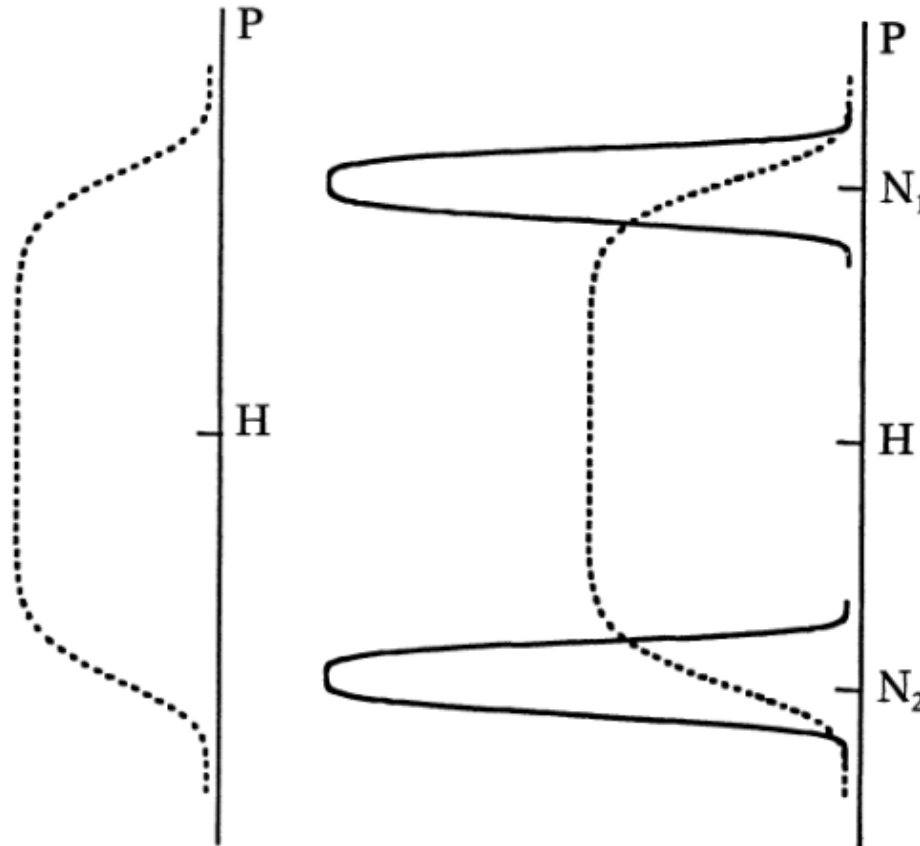


Figure 7. L'expérience de Stern et Gerlach (1921), les atomes d'argent ne se répartissent pas de façon continue, le spin est **quantifié**. Superposition d'états (le chat de Schrödinger). Principe d'exclusion de Pauli.

Contrairement à la physique classique:

- **La quantification**
- La dualité onde-corpuscule
- Le principe d'indétermination
- Le principe de superposition
- L'influence de l'observateur
- L'intrication
- La contrafactualité
- Probabiliste

On considère une particule qui a pour position x et pour vitesse v , alors:

$$\Delta(x) \times \Delta(v) \geq C$$



Figure 8. Werner Heisenberg (1927) Le formalisme de la mécanique quantique se développe, le concept de fonction d'onde émerge, puis la fameuse équation de Schrödinger. On établit les 6 postulats de la MQ.

Contrairement à la physique classique:

- **La quantification**
- La dualité onde-corpuscule
- Le principe d'indétermination
- Le principe de superposition
- L'influence de l'observateur
- L'intrication
- La contrafactualité
- Probabiliste

Niels Bohr et Albert Einstein sont en désaccord sur les interprétations à donner à la mécanique quantique :

C'était pour moi un délice d'assister aux conversations entre Bohr et Einstein. Comme une partie d'échecs. Einstein sortant sans cesse de nouveaux exemples. Une sorte de perpetuum mobile de la deuxième espèce pour briser la relation d'incertitude. Bohr cherchant constamment à tirer d'un obscur nuage de fumées philosophiques les instruments pour démolir exemple après exemple. Einstein comme un diable dans sa boîte : jaillissant à nouveau chaque matin inentamé. C'était savoureux. – Paul Ehrenfest (compte rendu de Solvay 1927, mort en 1933)

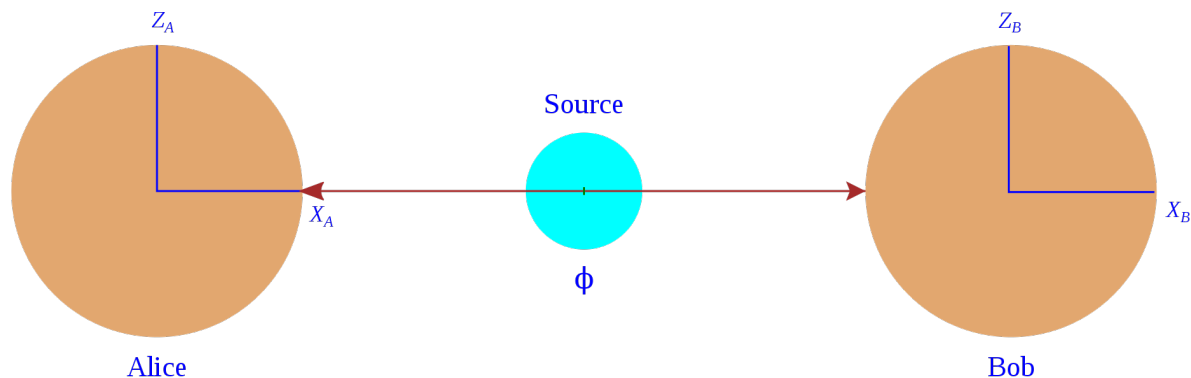
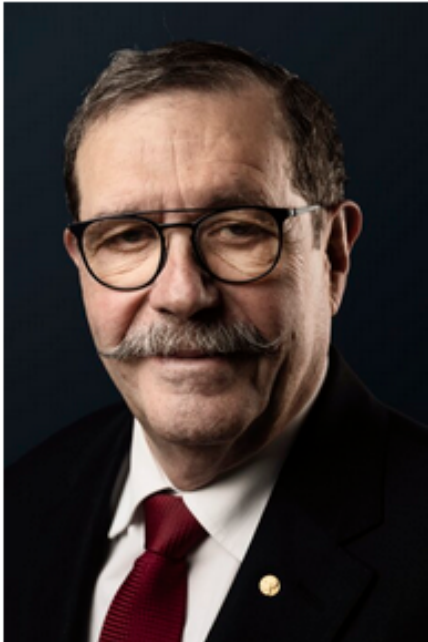


Figure 9. Un des exemples les plus connus, le paradoxe EPR (Einstein–Podolsky–Rosen)



© Nobel Prize Outreach.

Photo: Stefan Bladh

Alain Aspect

The Nobel Prize in Physics 2022

Born: 15 June 1947, Agen, France

Affiliation at the time of the award: Institut d'Optique
Graduate School – Université Paris-Saclay, Paris, France;
École Polytechnique, Palaiseau, France

Prize motivation: “for experiments with entangled photons,
establishing the violation of Bell inequalities and pioneering
quantum information science”

Prize share: 1/3

Figure 10. Alain Aspect montre que les inégalités de Bell sont violées, mettant fin à la controverse Bohr-Einstein sur la localité de la théorie quantique.

Contrairement à la physique classique:

- **La quantification**
- La dualité onde-corpuscule
- Le principe d'indétermination
- Le principe de superposition
- L'influence de l'observateur
- L'intrication
- La contrafactuelité
- Probabiliste

Consulter
le journal

Le Monde

Se connecter

S'abonner dès 5,49€

ACTUALITÉS ▾

ÉCONOMIE ▾

VIDÉOS ▾

DÉBATS ▾

CULTURE ▾

LE GOÛT DU MONDE ▾

SERVICES ▾

POLITIQUE • SCIENCES

Emmanuel Macron veut mettre la France dans le trio de tête mondial des technologies quantiques

Le président de la République a présenté jeudi un plan d'investissement national de 1,8 milliard d'euros dans le quantique, appelé à transformer l'informatique et l'industrie.

Le Monde avec AFP

Publié le 21 janvier 2021 à 06h37, modifié le 21 janvier 2021 à 17h14 · 🕒 Lecture 2 min.

Figure 11. Recherche de la « suprématie quantique »

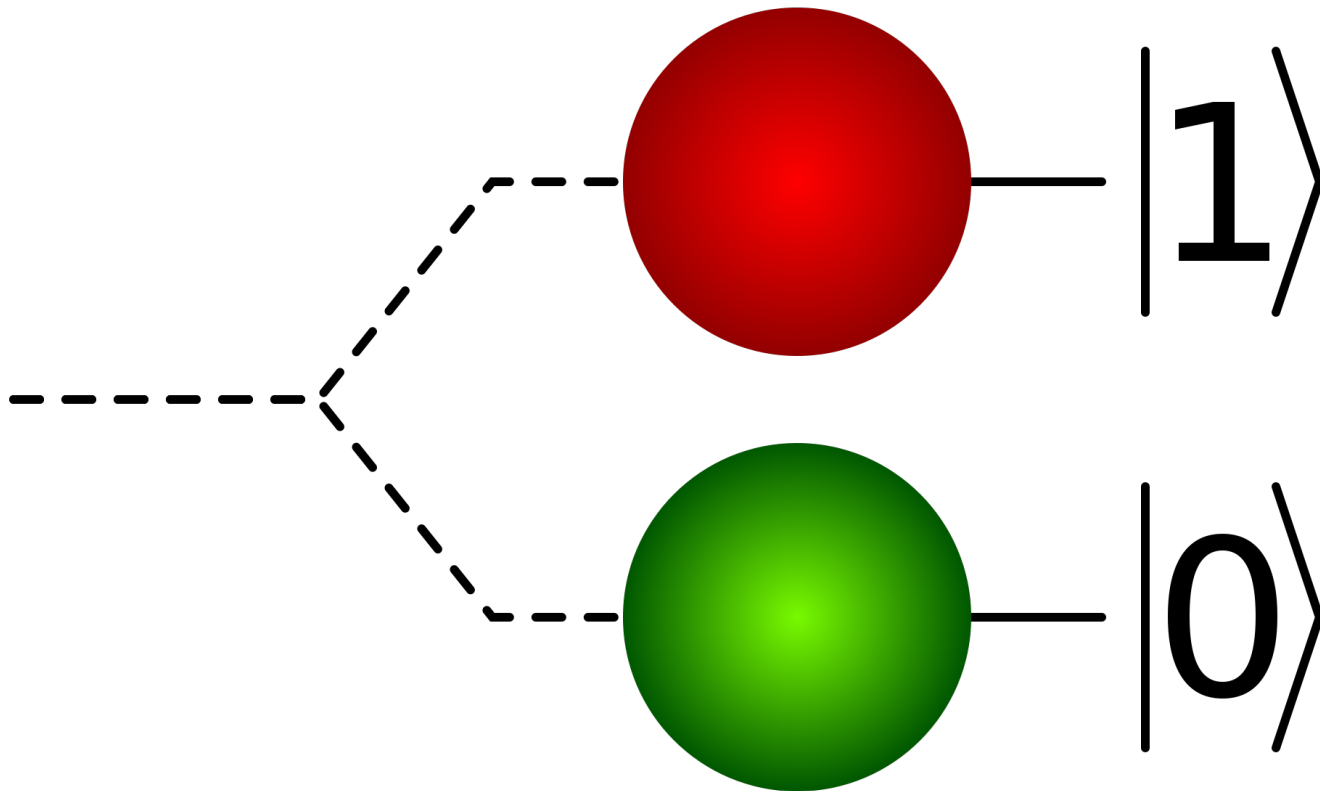


Figure 12. Un qubit représente une superposition d'état. Pour N qubit, on effectue 2^N opérations en une seule fois. Problème: intrication.

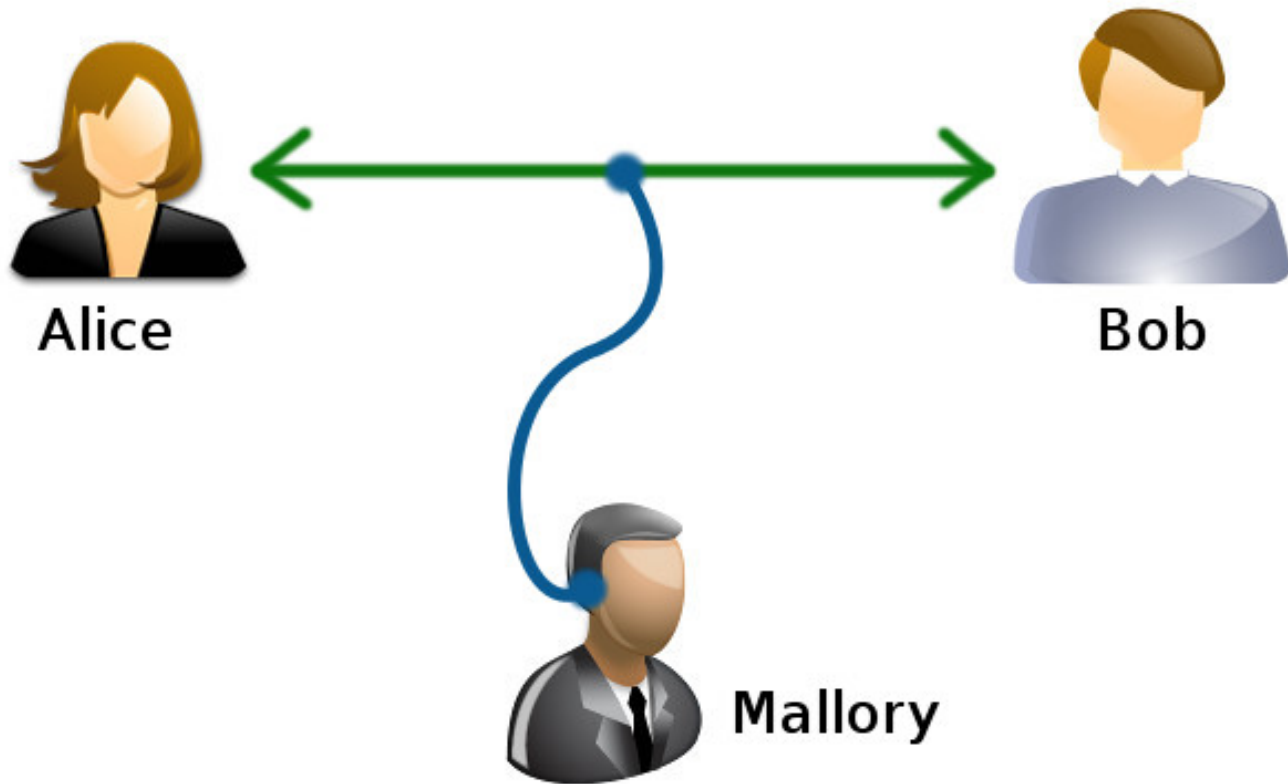


Figure 13.

- Effet Tunnel
- Postulats de la mécanique quantique
- Chat de Schrödinger
- Effet Aharonov-Bohm
- Théorie quantique des champs, intégrale de Chemin.
- Électrodynamique quantique
- Modèle standard, boson de Higgs

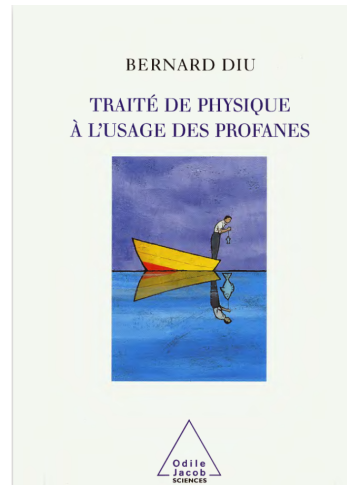


Figure 15. Bernard Diu - Traité de Physique à l'usage des profanes