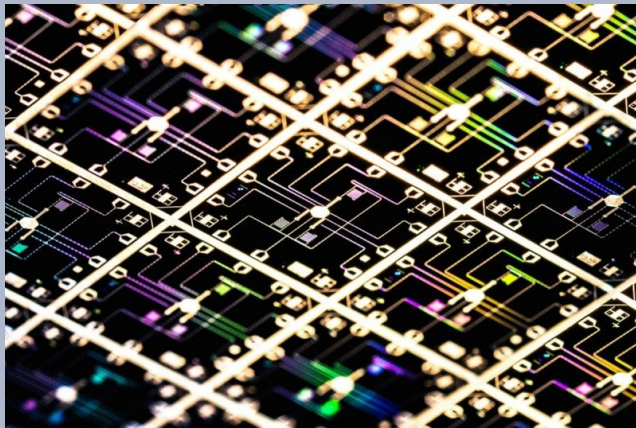


Panorama sur la Physique

Chapitre 1 - Introduction



Modalités d'évaluation

- 3 CC toutes les 3 à 4 semaines : QCM avec ou sans questions ouvertes
- **Rattrapage** : conditions précisées précédemment
- Coefficients proportionnels à la durée du CC soit :

CC1 : 0h45 *coefficient = 0,75* (17/10/24)

CC2 : 1h00 *coefficient = 1* (21/11/24)

CC3 : 1h30 *coefficient = 1,5* (semaine du 13 Janvier 2025)

- **MOYENNE** =
$$\frac{(CC1 \times 0,75 + CC2 \times 1 + CC3 \times 1,5)}{(0,75 + 1 + 1,5)}$$

Aides

- Chaînes *YouTube* [Panorama sur la Physique](#) (à partir du Chapitre 3) et [vidéo d'illustration](#)

- Chapitre 1 - Introduction
- Chapitre 2 - Introduction à la pensée scientifique
- Chapitre 3 - Optique : l'étude de la lumière
- Chapitre 4 - Cinématique : la description du mouvement
- Chapitre 5 - Mécanique

- **Chapitre 1 - Introduction**
- Chapitre 2 - Introduction à la pensée scientifique
- Chapitre 3 - Optique : l'étude de la lumière
- Chapitre 4 - Cinématique : la description du mouvement
- Chapitre 5 - Mécanique

1.1 Les grands domaines de la Physique

Qu'est-ce que la Physique ?

Physique (grec Physiké) = « science de la Nature »

Phénomènes physiques : quantitatif => les mesurer

En conclusion, la physique a pour objet l'étude des propriétés de la matière et des lois qui la régissent, c'est-à-dire de l'ensemble des « règles du jeu » du monde matériel qui nous entoure.

Les physiciens observent, mesurent et modélisent le comportement et les interactions de la matière et des rayonnements à travers l'espace et le temps.

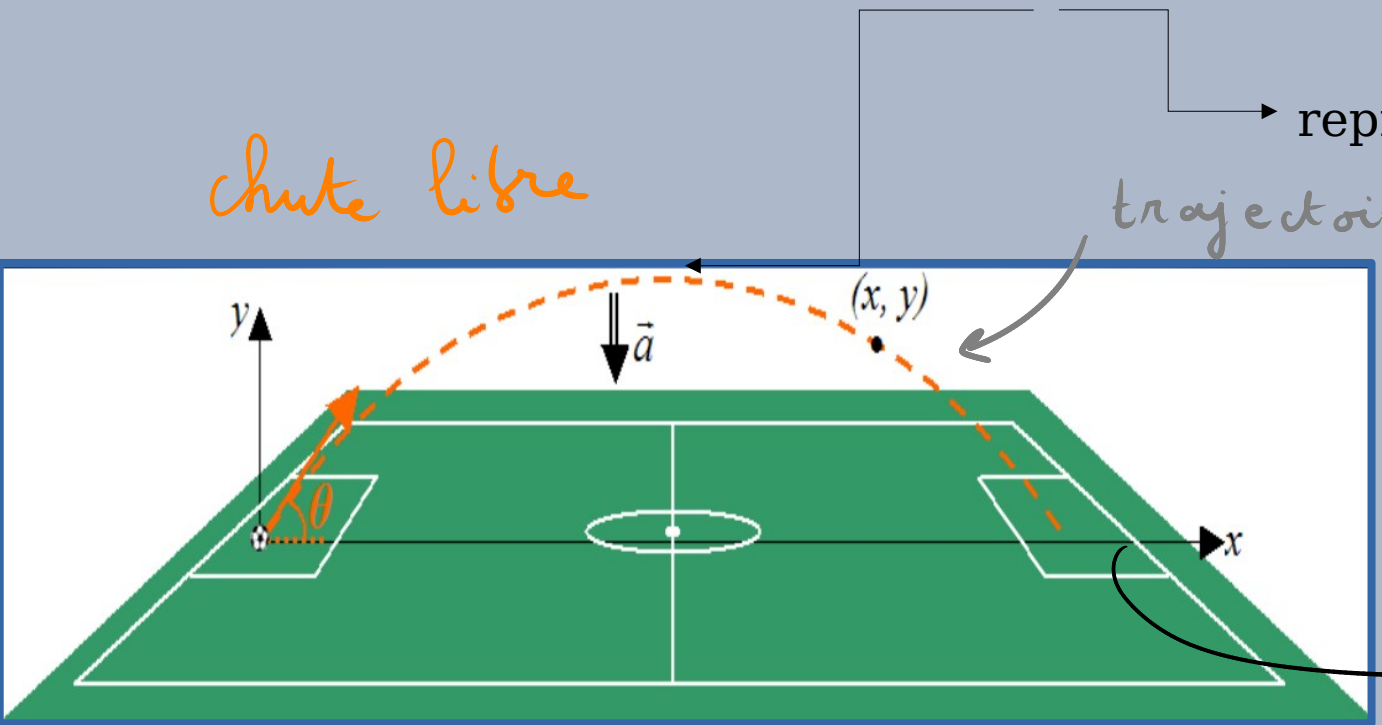
Electromagnétisme

[Y aura t'il encore des physiciens en 2050 ? | Julien Bobroff | TEDxUTCompiègne](#)

1.1 Les grands domaines de la Physique

La Physique, science exacte ?

« *les phénomènes naturels obéissent à des lois fixes* ».



représentations mathématiques

objet mathématique
vs la réalité.

choix des
coordonnées
cartésiennes

Adéquation réalité physique / représentation mathématique ?

1.1 Les grands domaines de la Physique


Physique et les autres sciences

1.1 Les grands domaines de la Physique


Physique classique vs. Physique « moderne » 20^{ème} - 21^{ème} siècles

[3]


Physique de la matière

 **Physique des matériaux**

Alliage · Corrosion · Déformation des matériaux · Diagramme de phase · Ductilité · Dureté · Écrouissage · Frittage · Matériau · Composite · Module de Young · Tribologie · »

 **Thermodynamique**

Calorimétrie · Capacité thermique · Cycle de Carnot · Entropie · Équation d'état · Fonction d'état · Gaz parfait · Irréversibilité · Loi de Joule-Thomson · Principes de la thermodynamique · Physique statistique · Statistique de Maxwell-Boltzmann · Température · Théorie cinétique des gaz · Transition de phase · Paramètre d'ordre · »

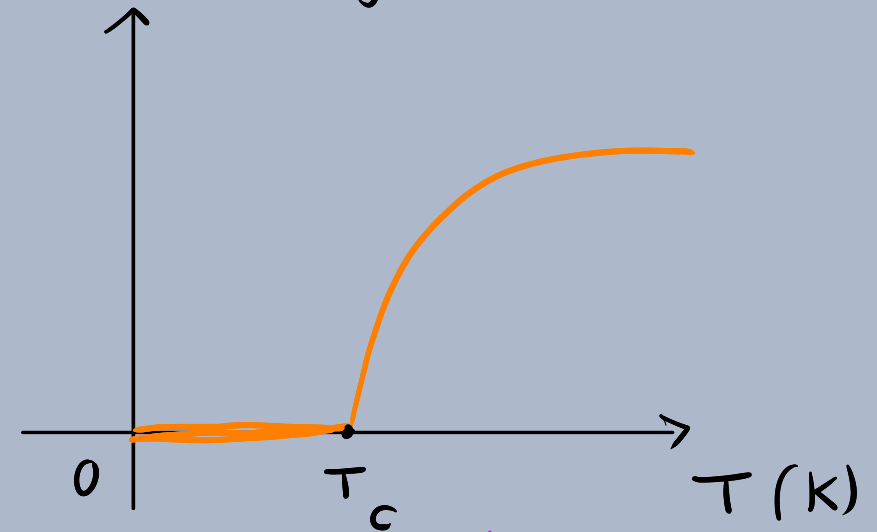
 **Physique de la matière condensée**

Cristallographie · Cristaux liquides · Espace réciproque · État de la matière · Ferroélectricité · Ferromagnétisme · Isolant · Liquide de Fermi · Magnon · Matière molle · Métal · Phonon · Piézoélectricité · Polymère · Quasi-cristal · Semi-conducteur · Superfluide · Supraconducteur · Théorie des bandes · Verre · »



point triple
de l'eau

résistivité : ρ

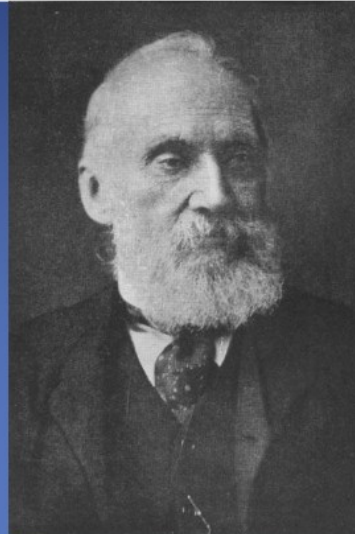


Supra-conducteur

1.1 Les grands domaines de la Physique



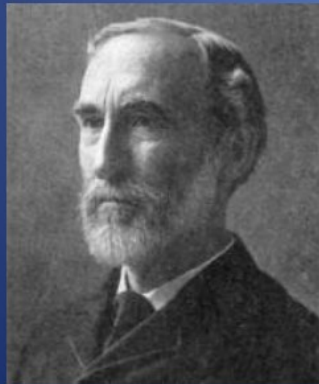
Sadi Carnot (1796-1832), physicien et ingénieur français.



William Thomson, dit Lord Kelvin (1824-1907), physicien britannique



Rudolf Clausius (1822-1888), physicien allemand



Josiah Willard Gibbs (1839-1903), physico-chimiste américain.



Thomas Young (1773-1829), physicien, médecin et égyptologue britannique... Un polymathe !




Max von Laue (1879-1960), physicien allemand

1.1 Les grands domaines de la Physique


Physique classique vs. Physique « moderne » 20^{ème} - 21^{ème} siècles

[3]

Physique de la matière

 **Physique atomique** 1995 : Claude Cohen-Tannoudji

Atome · Atome d'hydrogène · **Condensat de Bose-Einstein** ·
Configuration électronique · Couche électronique · Diagramme de
Klechkowski · Gaz de fermions dégénéré · HOMO/LUMO · Nombre
quantique · Numéro atomique · Raie spectrale · »

 **Physique nucléaire**

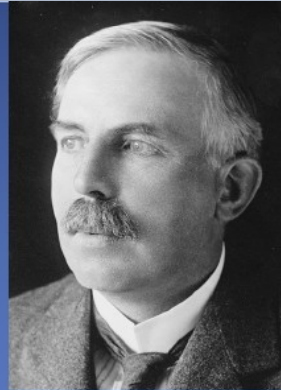
Noyau · Neutron · Proton · Numéro atomique · Isotope · Table des
isotopes · Demi-vie · Radioactivité · α · β & γ · Protection · Thérapie ·
Datation · Énergie de liaison · Réaction nucléaire · Fission · Fusion · »

2^{ème} : S2
A
Z X

1.1 Les grands domaines de la Physique



Joseph von Fraunhofer (1787-1826),
physicien allemand



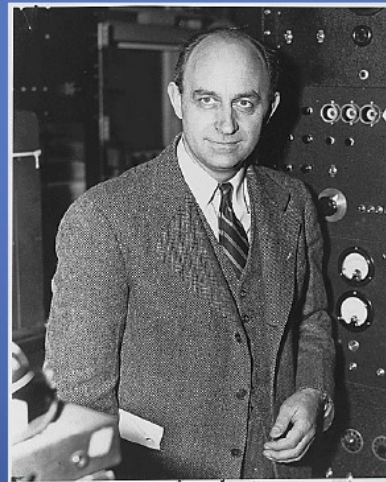
Sir Ernest Rutherford (1871-
1937), physicien britannique



Niels Bohr (1885-1962), physicien danois



Hans Bethe (1906-2005), physicien
américain d'origine allemande



Enrico Fermi (1901-1954), physicien italien



Frédéric Joliot (1900-1958) et son
épouse Irène Curie (1897-1956),
physiciens français

Physique classique vs. Physique « moderne » 20^{ème} - 21^{ème} siècles

[3]

Mécanique



Mécanique newtonienne

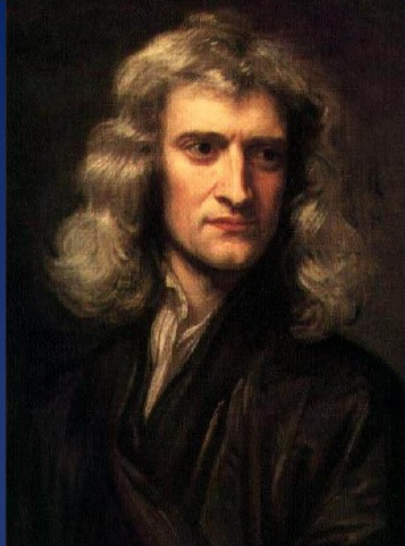
Barycentre · Cinématique · Dynamique · Énergie cinétique & potentielle · Action mécanique · Force · Moment · Torseur · Lois de Newton · Masse · Mécanique du point · Oscillateur harmonique · Repère de Frenet · Référentiel · Statique · Vitesse · »



Mécanique des fluides

Couche limite · Dynamique · Vide · Écoulement de Poiseuille & laminaire · Effet Venturi · Équations de Navier-Stokes · Fluide incompressible · Hydrostatique · Hydrodynamique · Nombre de Reynolds · Poussée d'Archimède · Pression · Théorème de Bernoulli · Viscosité · »

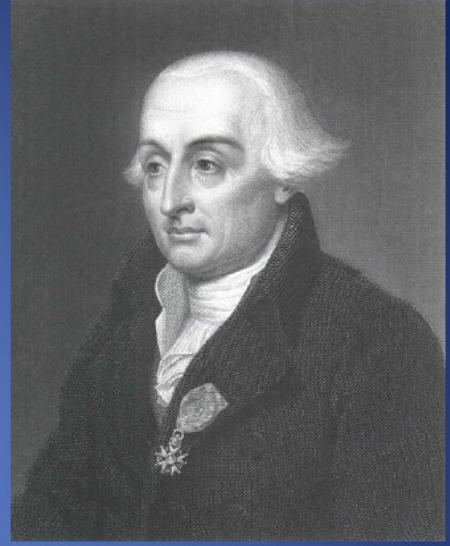
1.1 Les grands domaines de la Physique



Sir Isaac Newton (1643-1727), mathématicien et physicien anglais.



Leonhard Euler (1707-1783) mathématicien et physicien suisse

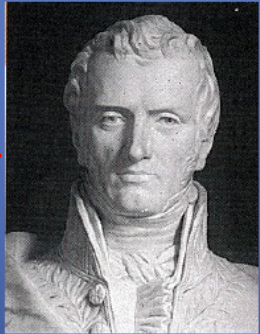


Joseph Louis, comte de Lagrange (1736-1813) mathématicien et astronome.

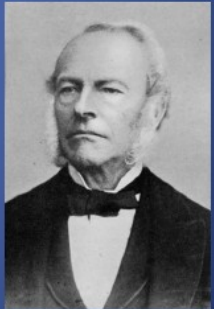


Sir William Hamilton (1805-1865) mathématicien, physicien et astronome irlandais.

Handwritten red text:
 $H\psi = E\psi$
 Hamiltoniana
 → H



Claude Navier (1785-1836), ingénieur et scientifique français.



George Stokes (1819-1903) mathématicien et physicien britannique.

Émilie du Châtelet (17/12/1706 - 10/09/1749) : renommée pour sa traduction en français des Principia Mathematica de Newton, qui fait encore autorité aujourd'hui. Elle a aussi contribué à diffuser en France l'œuvre physique de Leibniz, notamment en prouvant expérimentalement sa théorie selon laquelle l'énergie cinétique (appelée à l'époque « force vive ») est proportionnelle à la masse et au carré de la vitesse.

Physique classique vs. Physique « moderne » 20^{ème} - 21^{ème} siècles

[3]

Physique ondulatoire

Optique

Couleur · Diffraction · Dualité onde-particule · Interférence · Laser · Lois de Snell-Descartes · Lumière · Optique géométrique · impulsionnelle · métaxiale & ondulatoire · Optronique · Photon · Prisme · Réfraction · Réflexion · »

Électromagnétisme

Aimant · Champ magnétique · Electrostatique · Équations de Maxwell · Force électromagnétique · Guide d'onde · Induction · Magnétorésistance géante · Onde · Photon · Radioélectricité · »

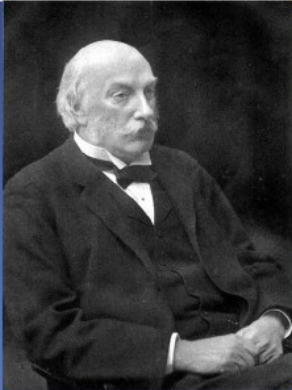
Acoustique

Son · Effet Doppler-Fizeau · Fréquence fondamentale · Harmonique · Écho · Spectre sonore · Spectre harmonique · Diffusion des ondes · Vitesse du son · »

1.1 Les grands domaines de la Physique



Augustin Fresnel (1788-1827),
physicien français



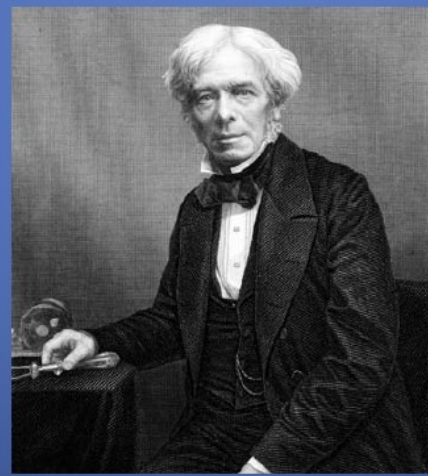
John William Strutt, dit Lord Rayleigh
(1842-1919), physicien anglais



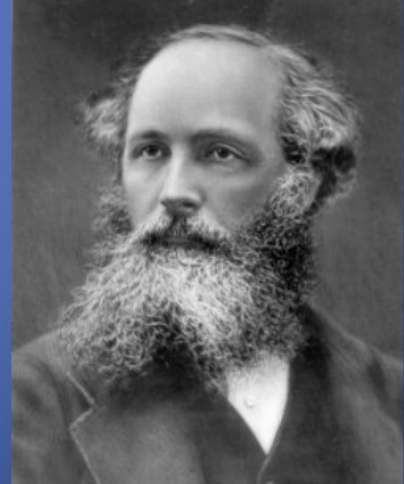
Hermann von Helmholtz (1821-1894), physicien allemand *E.M*



André-Marie Ampère (1775-1836),
mathématicien et physicien français
↳ unite : F



Michael Faraday (1791-1867),
physicien et chimiste anglais
↳ farad : F



James Clerk Maxwell (1831-1879), physicien
et mathématicien écossais.

$$-||- \begin{matrix} C \\ (mF) \\ (\mu F) \end{matrix}$$

↓
équations de Maxwell

Physique classique vs. Physique « moderne » 20^{ème} - 21^{ème} siècles

[3]

Physique théorique

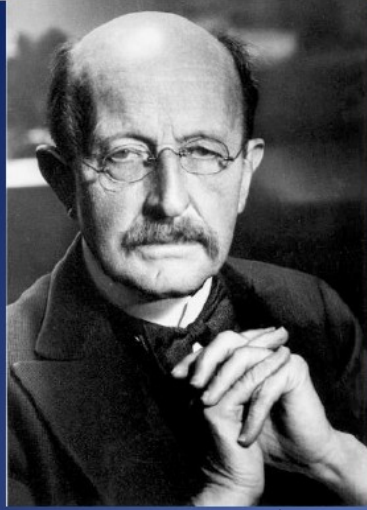
Physique quantique

Chat de Schrödinger · Équation de Schrödinger · Fentes de Young · Intégrale de chemin · Hamiltonien · Bra-ket · Opérateur · Particule dans une boîte · Principe d'exclusion de Pauli · Spin · Téléportation · Théorie des perturbations · »

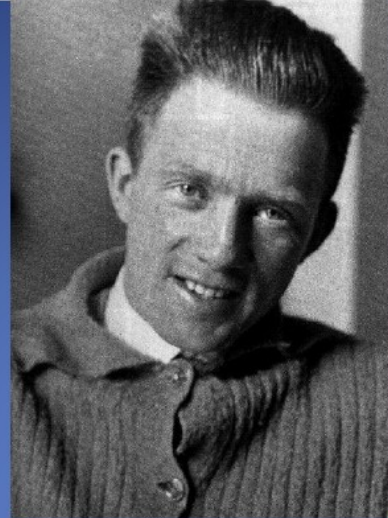
Physique des particules

Accélérateur de particules · Boson · Boson de Higgs · Électrodynamique quantique · Électron · Fermion · Gluon · Modèle standard · Neutrino · Particule élémentaire · Photon · Quark · Théorie quantique des champs · nombre baryonique · nombre leptonique · »

1.1 Les grands domaines de la Physique



Max Planck (1858-1947), physicien allemand
 $\hbar = h / (2\pi)$
 $E = \hbar \nu$

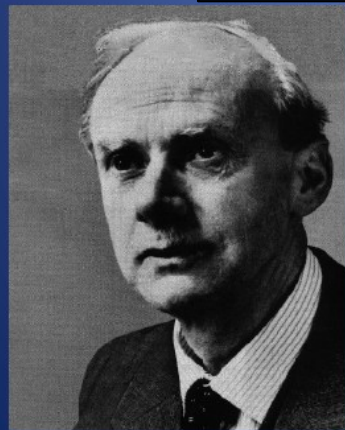


principe d'incertitude
 Werner Heisenberg (1901-1976), physicien allemand
 $\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$



Erwin Schrödinger (1887-1961), physicien autrichien
 $H|\psi\rangle = E|\psi\rangle$

$|\psi\rangle$: fonction d'onde
 H : hamiltonien (opérateur)



Paul Dirac (1902-1984), physicien et mathématicien britannique

Équation de Dirac



Wolfgang Pauli (1900-1958), physicien autrichien
 principe d'exclusion

de Pauli : ~~↑↑~~ ~~↓↓~~ ↑↓

principe d'incertitude : $\Delta E \Delta t \geq \hbar/2$

$\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$, $p = m v$



Hideki Yukawa (1907-1981), physicien japonais
 potentiel d'énergie

de Yukawa

1.1 Les grands domaines de la Physique

Physique classique vs. Physique « moderne » 20^{ème} - 21^{ème} siècles

[3]

Physique statistique

Extensivité · intensivité · Fonction de partition · Formule de Boltzmann ·
 Groupe de renormalisation · **Mouvement brownien** · Physique
 statistique hors d'équilibre · Statistique de Bose-Einstein & de
 Fermi-Dirac · Théorème d'équipartition · Transition de phase · »

loi des gaz parfait : $P V = n R T$ ↙ nombre de moles

ou $P V = (N \overset{k_B}{N_A}) R T = N k_B T$
↙ nombre de particule

N_A : nombre d'Avogadro

$$n = \frac{N}{N_A}$$



Physique classique vs. Physique « moderne » 20^{ème} - 21^{ème} siècles

[3]

Relativité

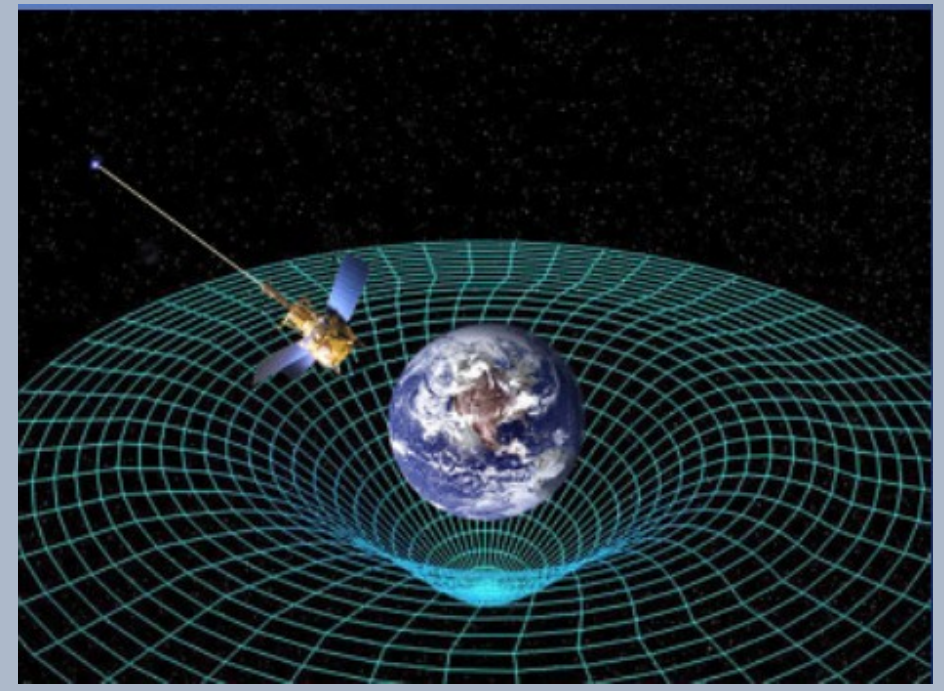
$E=mc^2$ · Expérience de Michelson-Morley · Espace-temps · Gravitation · Onde gravitationnelle · Paradoxe des jumeaux · Paradoxe du train · Principe d'équivalence · Relativité générale & restreinte · Ligne d'univers · Simultanéité · Vitesse de la lumière · Vitesse limite · »

Unification

Électromagnétisme · Gravitation · Gravitation quantique à boucles · Interaction élémentaire · Interaction faible & forte · Supersymétrie · Théorie des cordes & des supercordes · Théorie M · Corde · Espace de Calabi-Yau · Brane · »

4 dimensions : espace de Minkowski

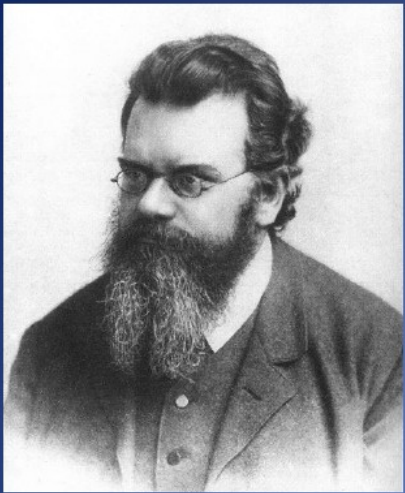
Vide : $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$



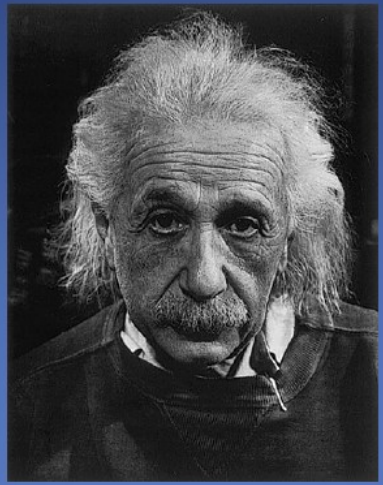
1.1 Les grands domaines de la Physique



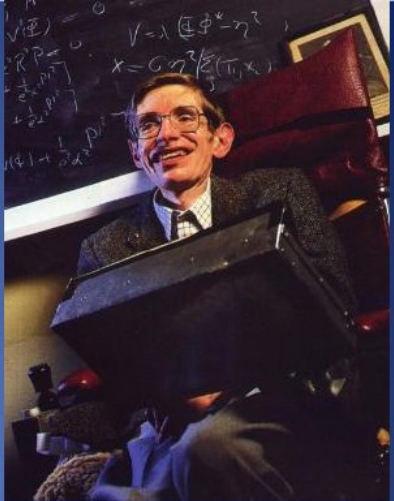
Amalie Emmy Noether
(23/03/1882 - 14/04/1935)



Ludwig Boltzmann (1844-1906), physicien autrichien
L_B



Albert Einstein (1879-1955), physicien germano-helvète-américain
*M. Q } unification?
relativité*



Stephen Hawking (1942-), physicien britannique
unification



Richard Feynman (1918-1988), physicien américain



Steven Weinberg (1933-), physicien américain



Chen Ning Yang (1922-), physicien américain d'origine chinoise, et Robert Mills (1927-1999), physicien américain

Dans une lettre adressée au New York Times, Einstein écrit, le 1er mai 1935 :

«Selon le jugement de la plupart des mathématiciens compétents en vie, Fräulein Noether était le **génie mathématique** créatif le plus considérable produit depuis que les femmes ont eu accès aux études supérieures jusqu'à aujourd'hui. Dans le domaine de l'**algèbre**, qui a occupé les mathématiciens les plus doués depuis des siècles, elle a découvert des méthodes qui se sont avérées d'une **importance énorme** pour les recherches de l'actuelle nouvelle génération de mathématiciens.» *↳ symétrie, invariance etc... (EM)*

[Symphony of Science - the Quantum World!](#)

[Playlist Youtube : "Quantum Physics"](#)

Physique classique vs. Physique « moderne » 20^{ème} - 21^{ème} siècles

[3]

Physique interdisciplinaire

Astrophysique

Big Bang · Ceinture de Van Allen · Cosmologie · Évolution des étoiles ·
Fond diffus cosmologique · Lentille gravitationnelle · Limite de
Chandrasekhar · Naissance des étoiles · Nucléosynthèse · Trou noir ·
Vent solaire · »

Biophysique

Biomimétisme · Biophotonique · Moteur moléculaire · »

Géophysique

Sismologie · Gyromagnétisme · Magnétosphère · Géophysique interne ·
Champ magnétique terrestre · Océanographie · »

Chimie physique

Cinétique chimique · Electrochimie · Liaison chimique · Résonance
magnétique nucléaire · Spectroscopie · Thermochimie · »

1.2 Les différentes échelles

Ordres de grandeur

[2]

100,000 million meters

100 meters

2 meters

10^{11} m

100 microns

0.001 Angstroms

$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$

10 meters

10 meters

Film sur le site :
POWERS OF 10
(PUISSANCES DE 10)
1977

[Video](#)

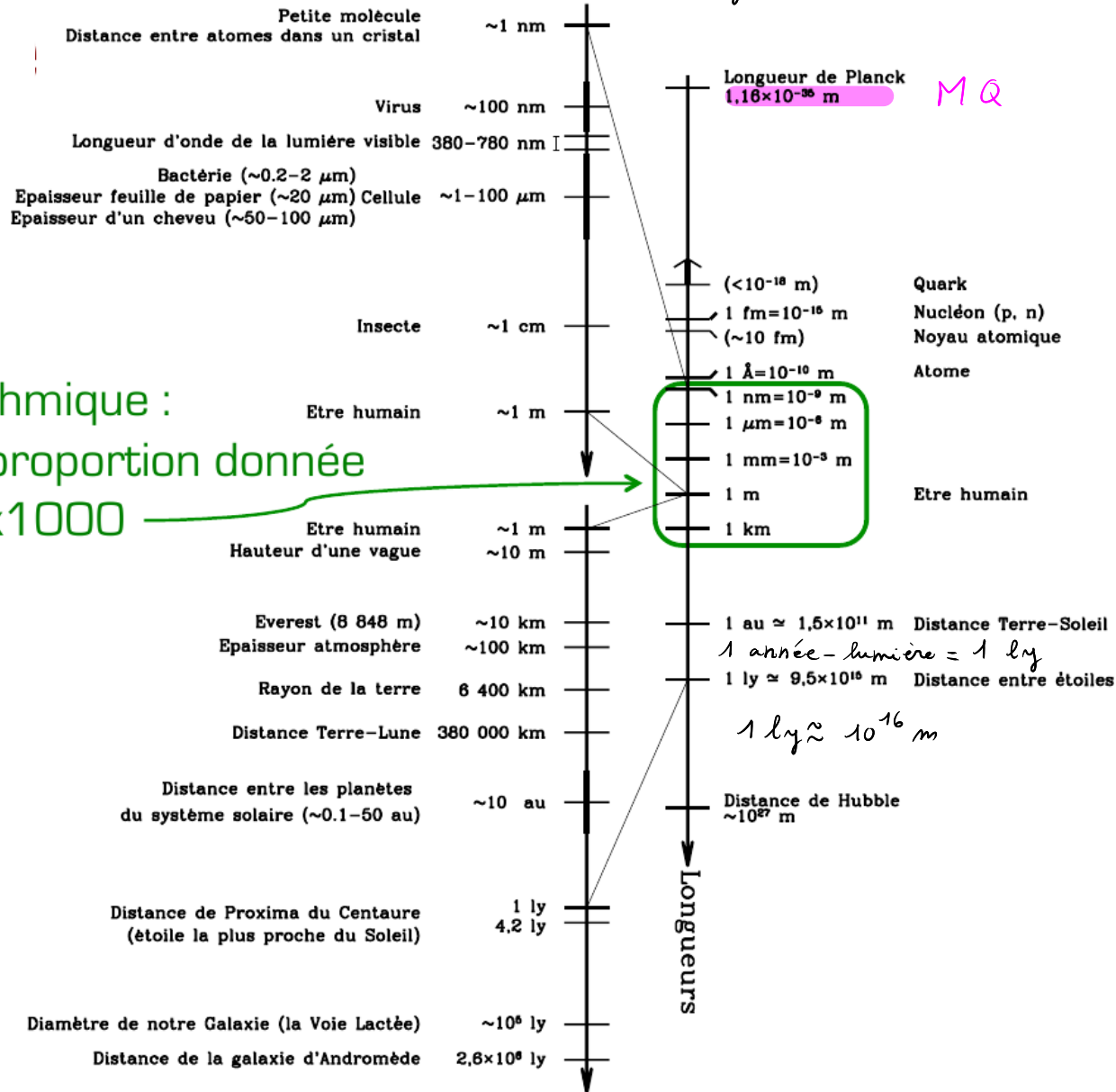
1.2 Les différentes échelles

Ordres de grandeur

échelle logarithmique

[2]

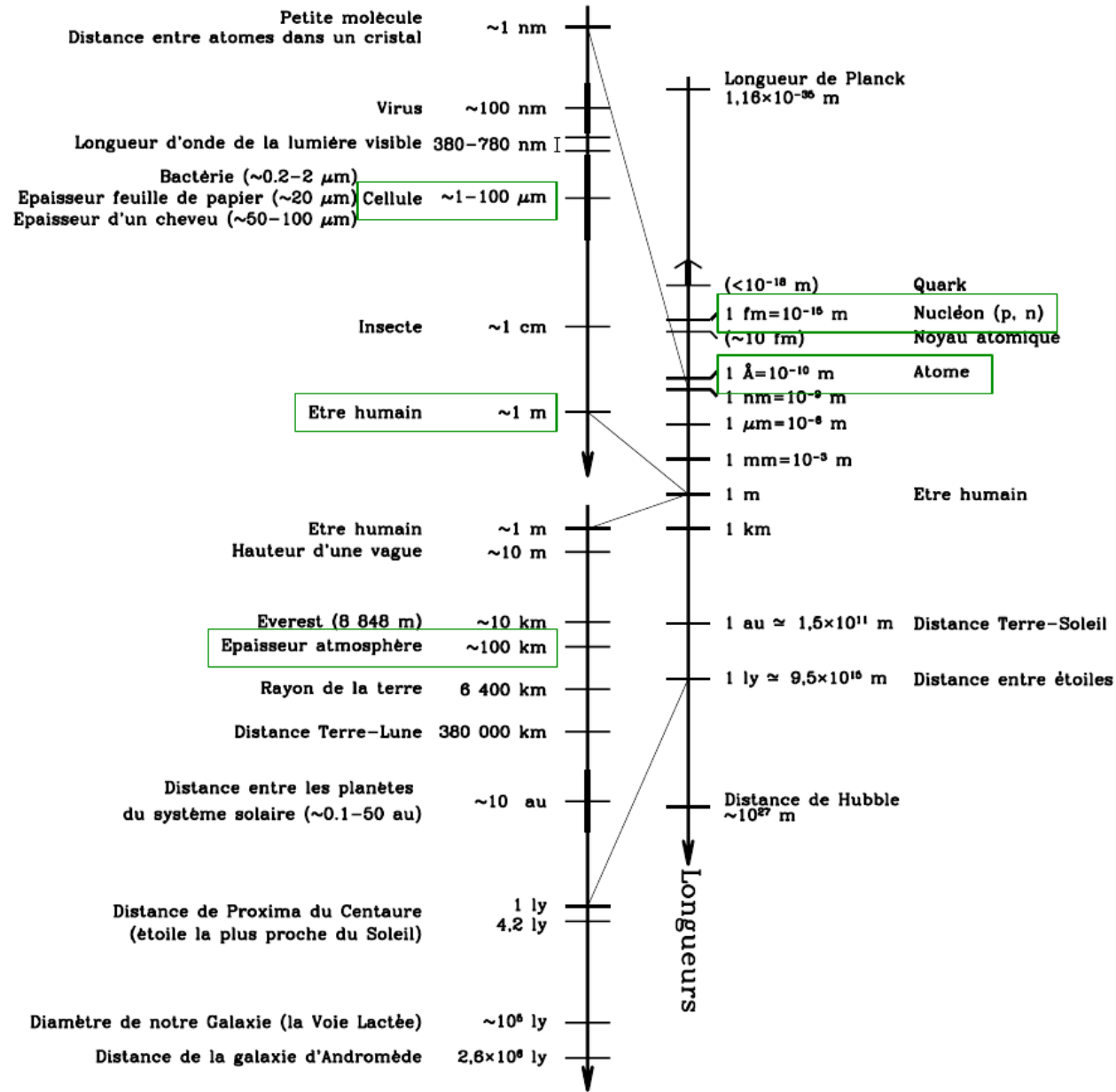
échelle logarithmique :
1 distance = proportion donnée
ici = x1000



1.2 Les différentes échelles

Ordres de grandeur

[2]



1.2 Les différentes échelles

Ordres de grandeur

http://hist.science.online.fr/science/docs_fr/Distances.htm
<http://systemesolaire.unblog.fr/2009/06/24/lechelle-de-notre-systeme-solaire/>

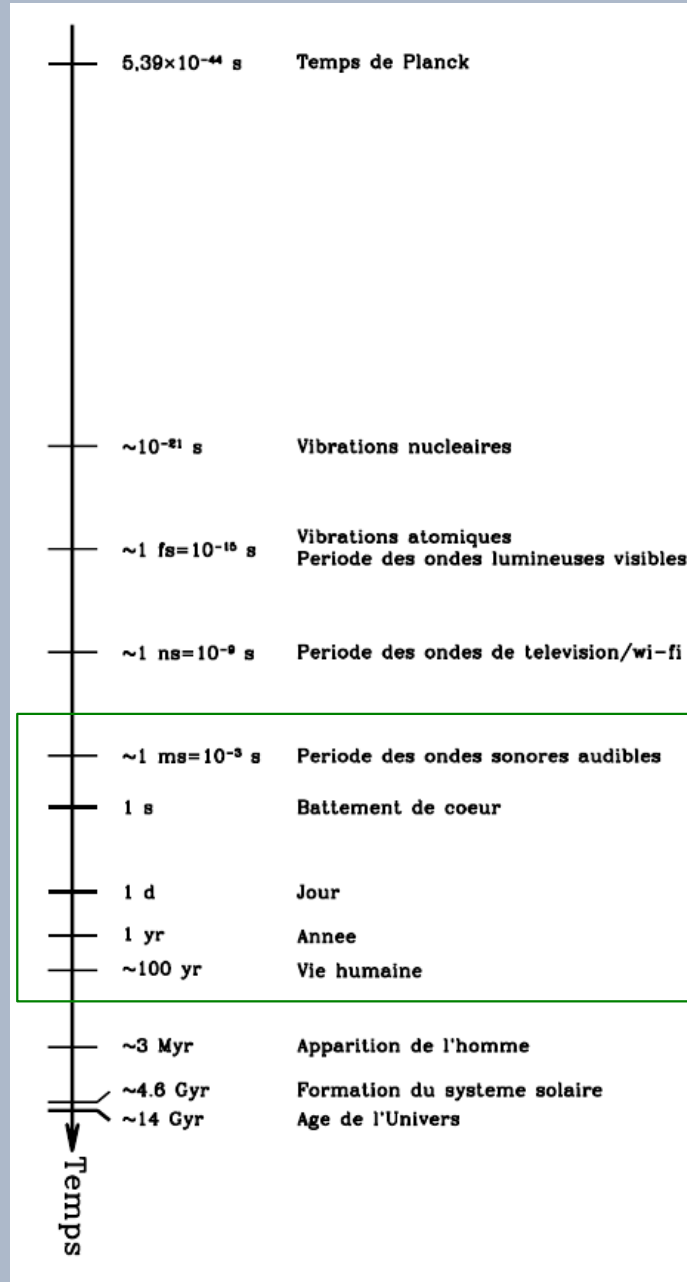
The diagram illustrates the relative sizes of the Sun and the planets in our solar system. At the top is a large, detailed image of the Sun. Below it, the planets are shown in a vertical line, with their names listed to the right. From top to bottom, the planets are: Mercure, Venus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune, and Pluton. The Sun is significantly larger than all the planets combined. The planets are also shown in relative size to each other, with Jupiter and Saturne being the largest, followed by Uranus and Neptune, and then Mercury, Venus, Earth, and Mars.

Ordres de grandeur

1.2 Les différentes échelles

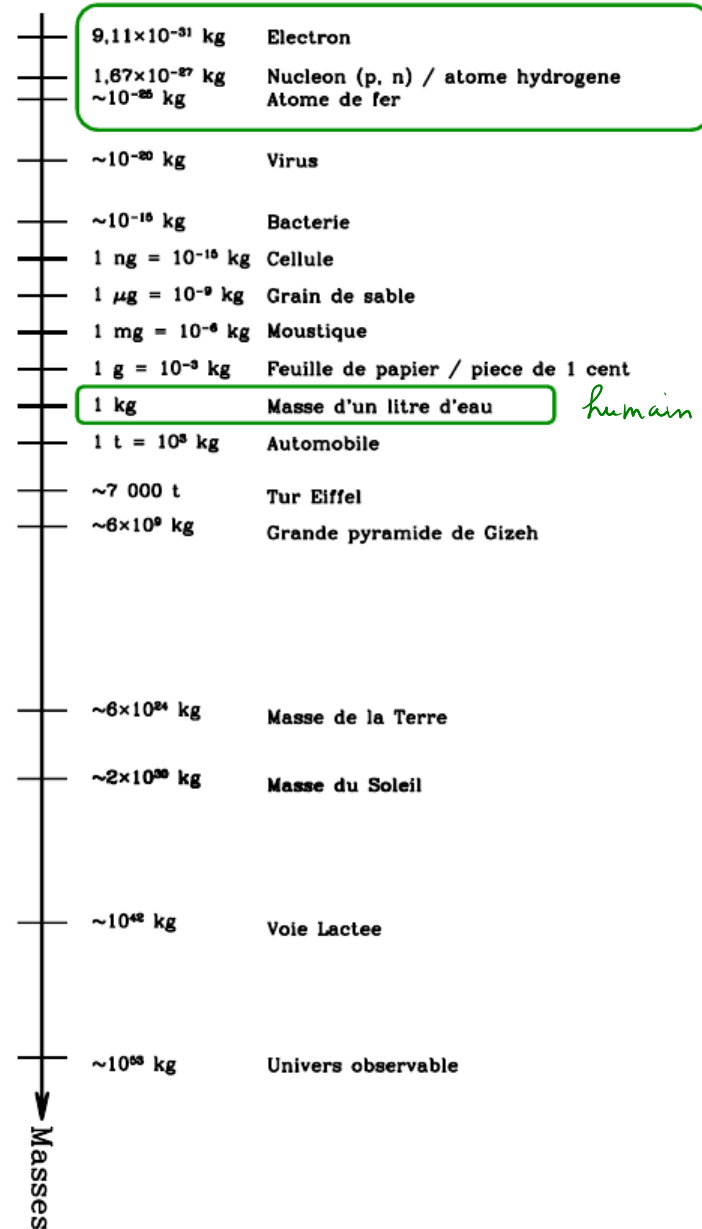
Ordres de grandeur - Temps

[2]



1.2 Les différentes échelles

Ordres de grandeur - Masses



M.Q

[2]

1.2 Les différentes échelles

Monde élémentaire : constituants et interactions

[2]

- **Interaction gravitationnelle** : attractive, proportionnelle aux masses, décroissante en $1/r^2$ (à longue portée) (intensité non négligeable seulement pour des grandes masses)
- **Interaction électrostatique** : attractive **ou** répulsive (charges + et -), proportionnelle aux charges, décroissante en $1/r^2$ (prédominante au niveau des atomes, molécule, matière à notre échelle)

Et dans le noyau atomique ?

- **Interaction forte** : assure la cohésion des nucléons (protons, neutrons, et même tous les hadrons) et du noyau atomique (très courte portée, 10^{-15} m, mais force 100 à 1000 fois supérieure à l'interaction électromag. à cette échelle)

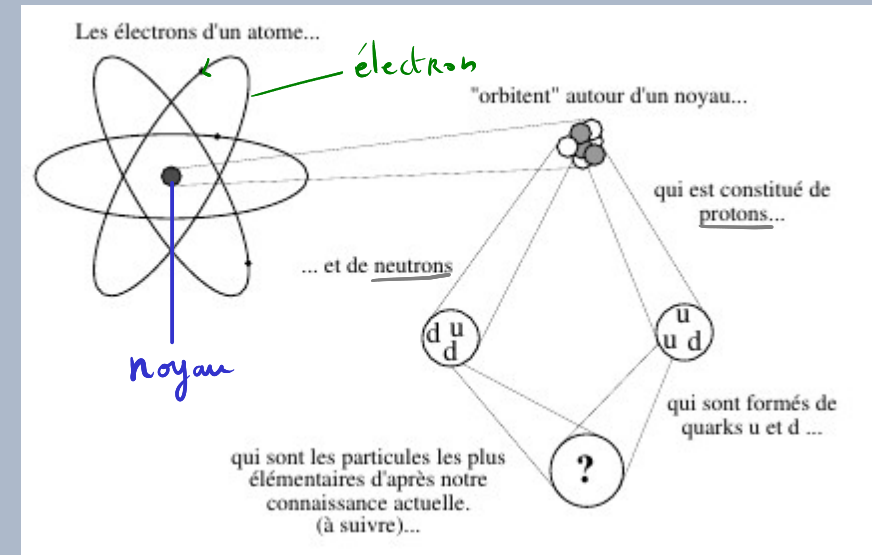
quoi d'autre ?

- **Interaction faible** : intervient dans la radioactivité (portée 10^{-17} m, 10^{-5} fois plus faible que l'interaction électromag.)

1.2 Les différentes échelles

Monde élémentaire : constituants et interactions

	Particule	Symbole	Charge	Interaction
LEPTONS	Neutrino électron	ν_e	0	faible
	<u>Electron</u>	e^-	-1	électro – faible
	Neutrino mu	ν_μ	0	faible
	Muon	μ^-	-1	électro – faible
	Neutrino tau	ν_τ	0	faible
	Tau	τ^-	-1	électro – faible
QUARKS	up	u	2/3	électro – faible et forte
	down	d	-1/3	électro – faible et forte
	charme	c	2/3	électro – faible et forte
	étrange	s	-1/3	électro – faible et forte
	top	t	2/3	électro – faible et forte
	bottom	b	-1/3	électro – faible et forte



Force	Portée	Intensité relative
Gravité	infinie	10^{-36}
Electro – magnétique	infinie	10^{-2}
Faible	10^{-17} m	10^{-6}
Forte	10^{-15} m	1

1.2 Les différentes échelles

Monde élémentaire : constituants et interactions

[2]

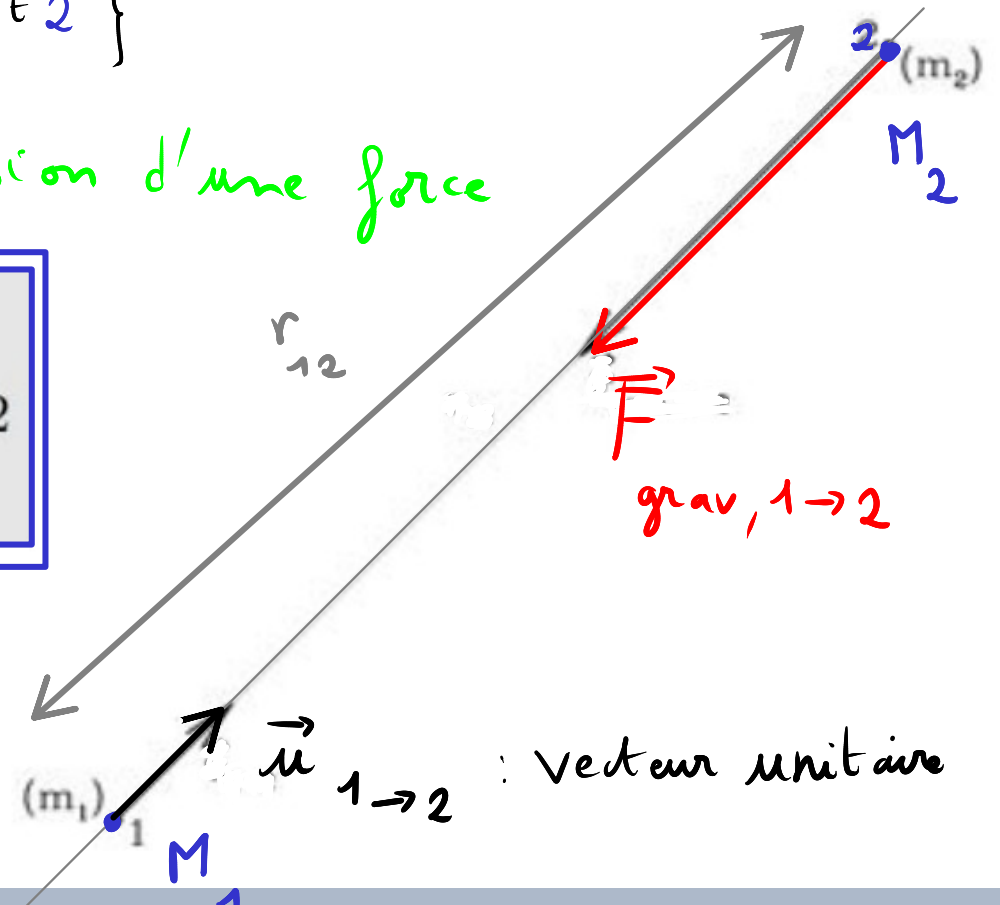
systeme $\Sigma = \{ \text{masse } m_2, \text{ au point } 2 \}$

attractif → dimension d'une force

$$\vec{F}_{\text{grav}, 1 \rightarrow 2} = - \frac{G m_1 m_2}{r_{12}^2} \vec{u}_{1 \rightarrow 2}$$

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ S.I.}$

$r_{12} = \| \overrightarrow{M_1 M_2} \|$ distance entre 1 et 2



$\vec{u}_{1 \rightarrow 2} = \frac{\overrightarrow{M_1 M_2}}{\| \overrightarrow{M_1 M_2} \|}$ donc sans dimension. $\| \vec{u}_{1 \rightarrow 2} \| = 1$

1.2 Les différentes échelles

Monde élémentaire : constituants et interactions

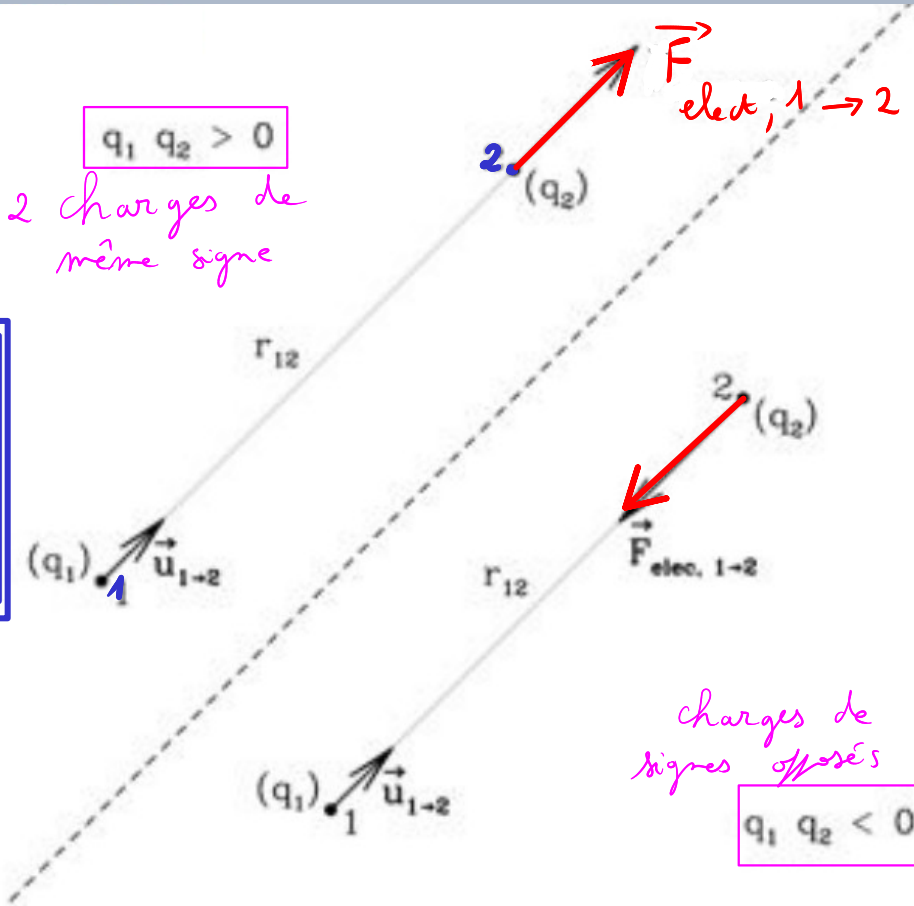
[2]

coeff. K

$$\vec{F}_{\text{elec}, 1 \rightarrow 2} = \frac{K q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{u}_{1 \rightarrow 2}$$

$K = 1/4\pi\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ S.I.}$ dans le vide

$[q] = \text{I T}, \quad \text{I} = \frac{dq}{dt}$



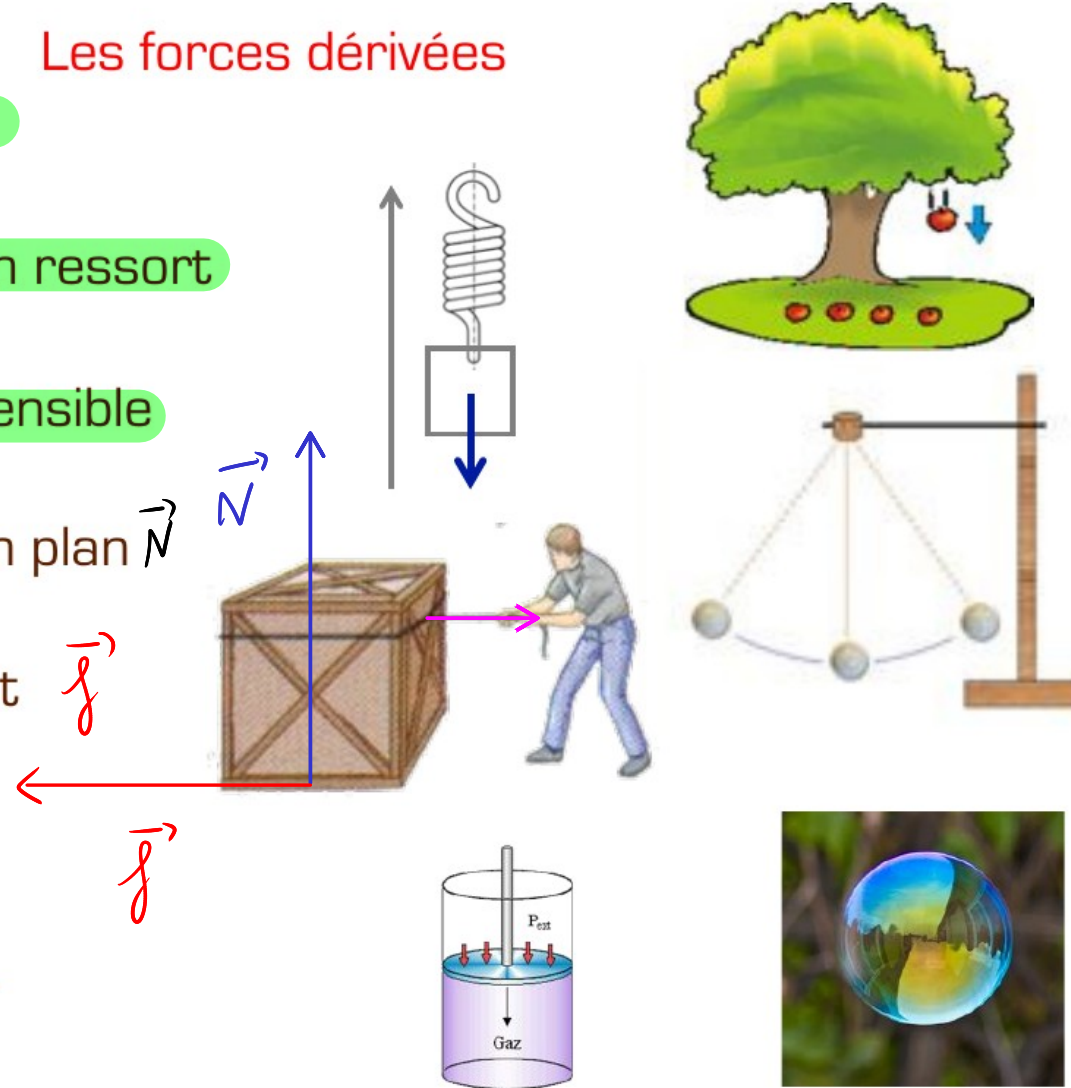
1.2 Les différentes échelles

Monde élémentaire : constituants et interactions

[2]

Les forces dérivées

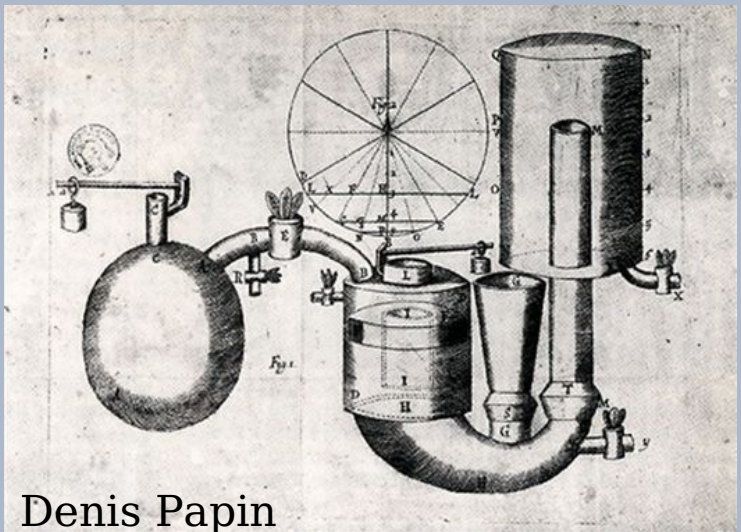
- force de pesanteur
- force exercée par un ressort
- tension d'un fil inextensible
- réaction normale d'un plan \vec{N}
- forces de frottement \vec{f}
- tension de surface \vec{f}
- forces de pression...



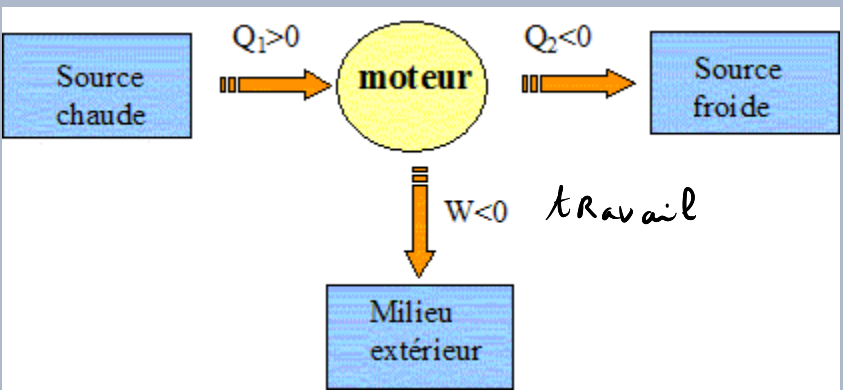
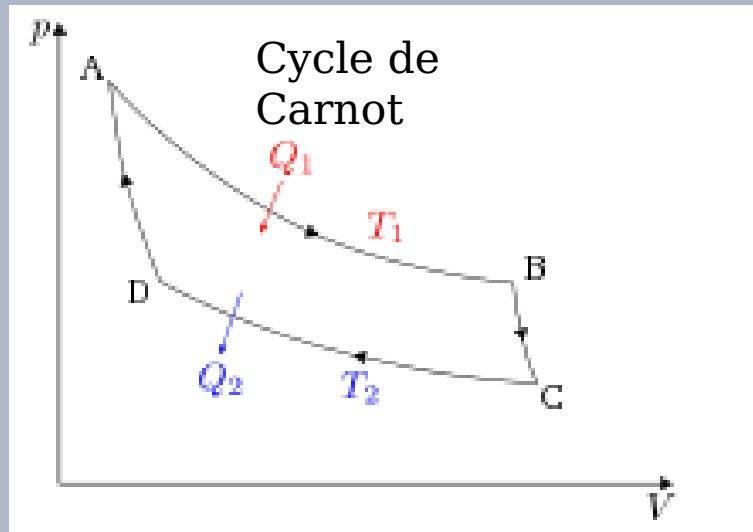
1.3 Les différentes « écoles de pensées »

Antiquité, Renaissance vs. Physique « moderne »

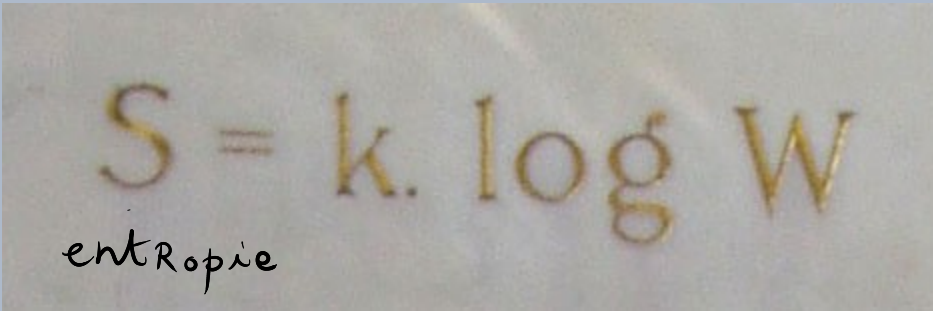
THERMODYNAMIQUE



Denis Papin
moteur thermique



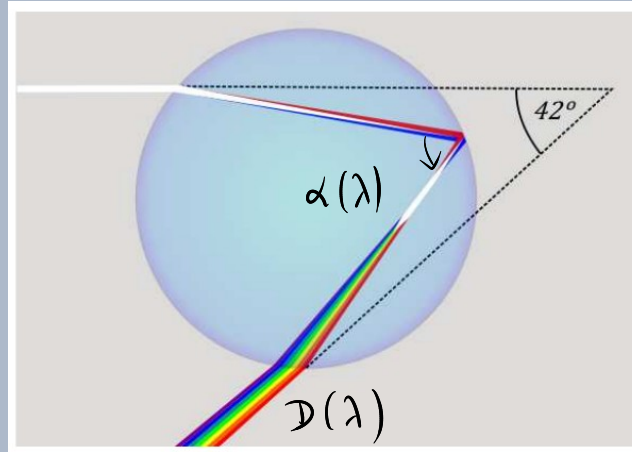
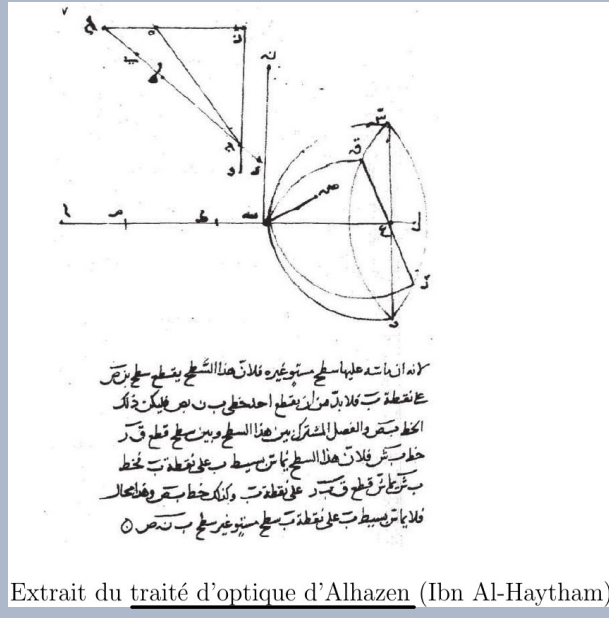
2^e principe :



1.3 Les différentes « écoles de pensées »

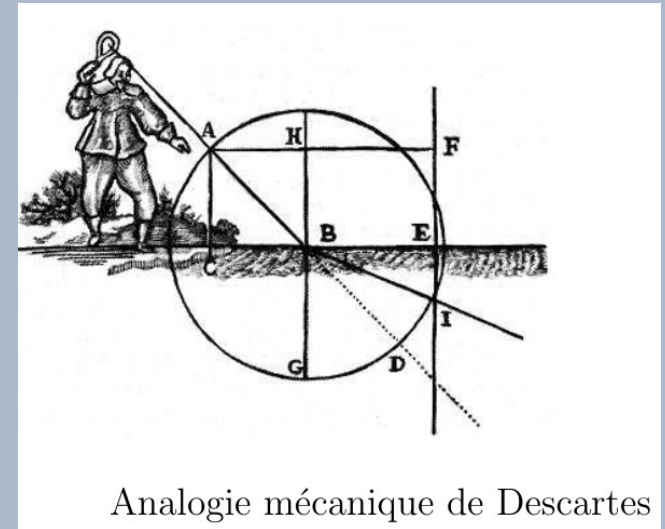
Antiquité, Renaissance vs. Physique « moderne »

OPTIQUE



prisme

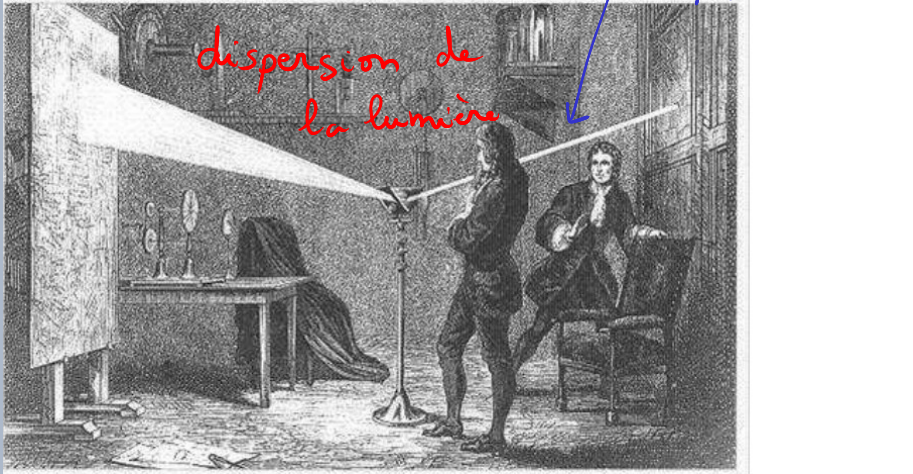
1^{er} et 2^e loi de Descartes



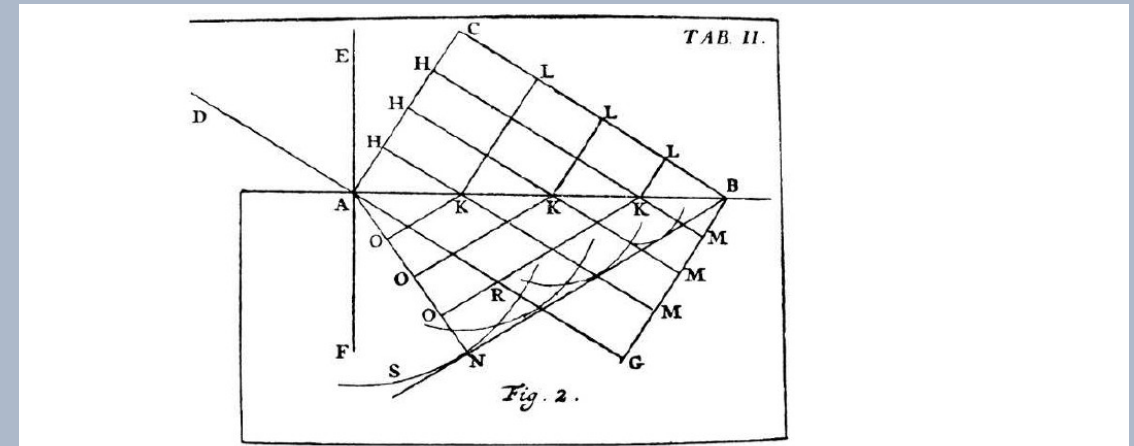
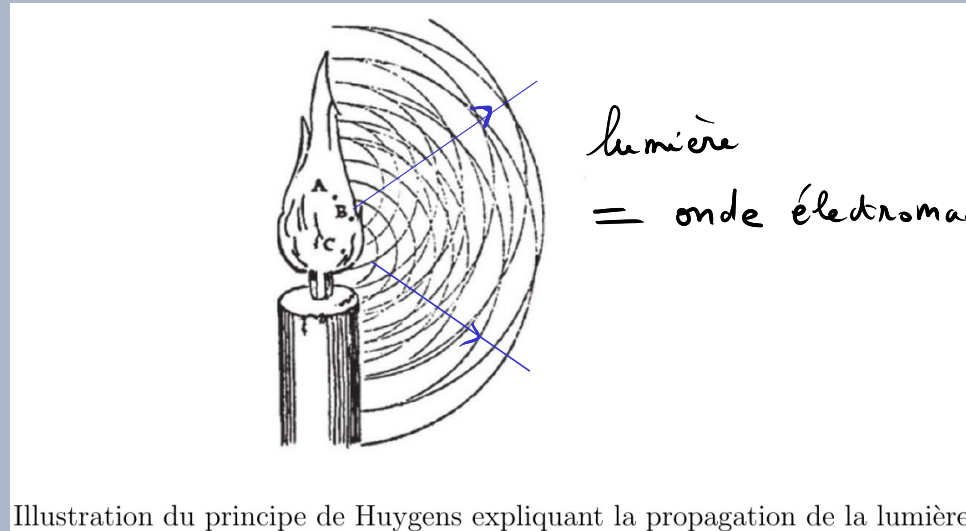
1.3 Les différentes « écoles de pensées »

Antiquité, Renaissance vs. Physique « moderne »

OPTIQUE



Newton en train de réaliser l'expérience des couleurs (1666)

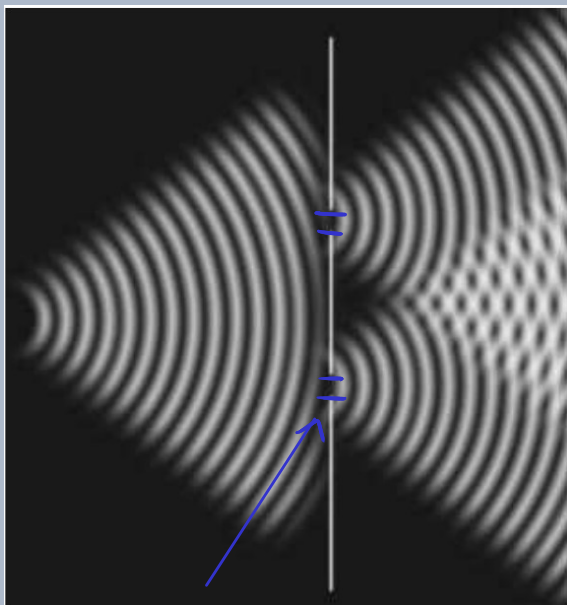


Construction dite "de Huygens" pour redémontrer les lois de Descartes.

1.3 Les différentes « écoles de pensées »

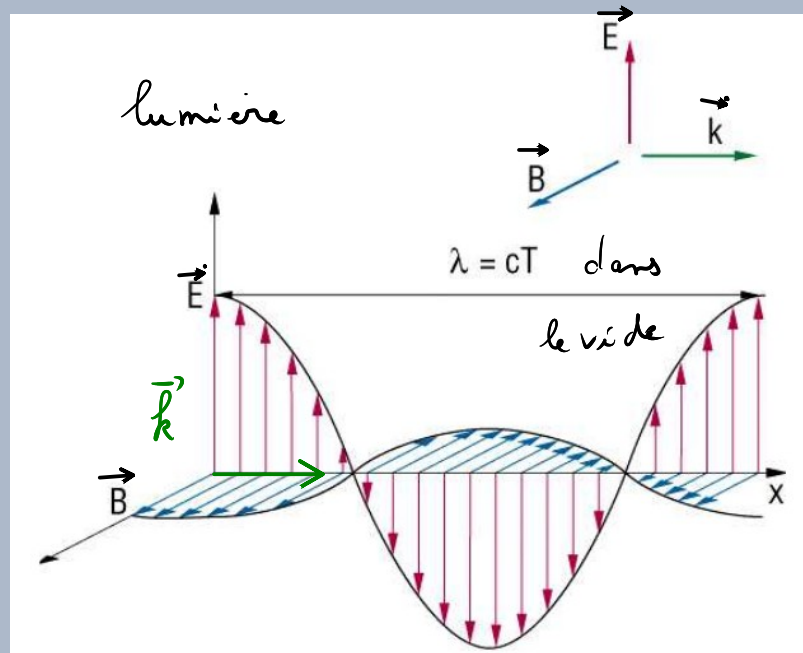
Antiquité, Renaissance vs. Physique « moderne »

OPTIQUE



Diffraction

interférences



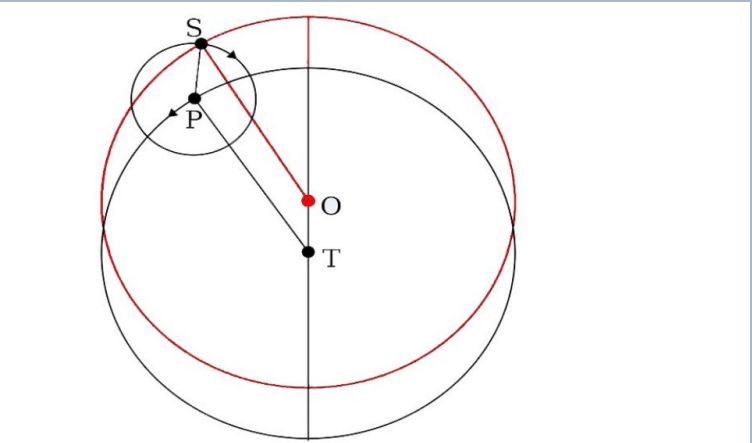
vecteur de propagation

fin XIX^e s; 4 équations de Maxwell

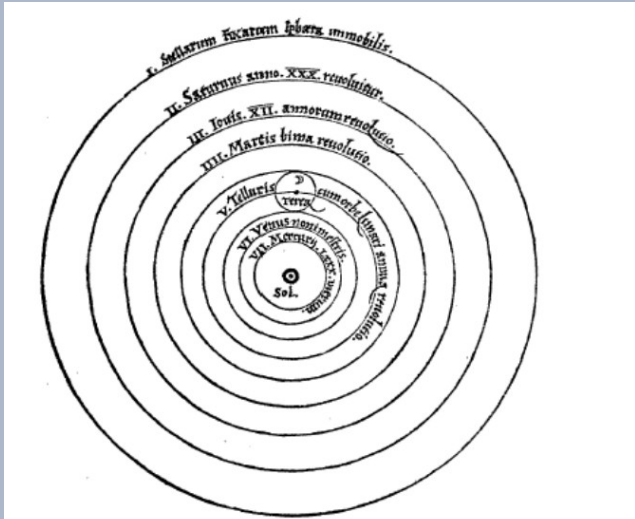
1.3 Les différentes « écoles de pensées »

Antiquité, Renaissance vs. Physique « moderne »

MÉCANIQUE



Mouvement du Soleil selon la théorie des épicycles par Hipparque

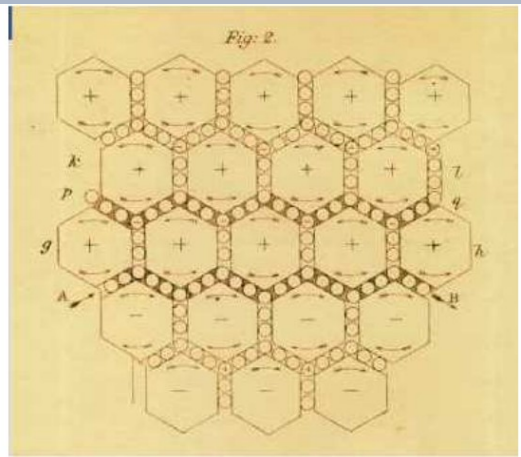


Le système héliocentrique de Copernic

1.3 Les différentes « écoles de pensées »

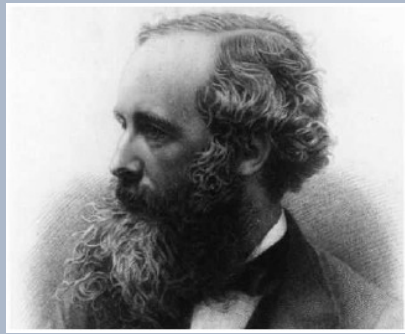
Antiquité, Renaissance vs. Physique « moderne »

ÉLECTRICITÉ - Électromagnétisme



Les tourbillons de Maxwell

1861, 1^{ère} photo couleur



Maxwell
1

1.3 Les différentes « écoles de pensées »

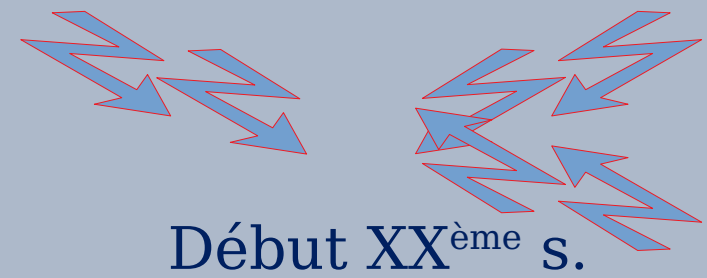
Antiquité, Renaissance vs. Physique « moderne »

Physics is weird

Particles that don't exist except as probabilities

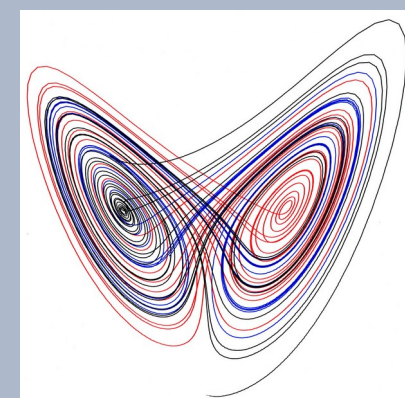
Time that changes according to how fast you're moving

Cats that are both alive and dead until you open a box.



Début XX^{ème} s.

MQ Théorie
très
précise



chat
de
Schrödinger

Chaos : *attracteur de Lorentz*

1.3 Les différentes « écoles de pensées »

Le XX^{ème} fut celui de la mécanique quantique

1900

1950

2000

etc...

transistor

Leptons
e, μ , τ
 ν_e , ν_μ , ν_τ

Quarks
u, c, t
d, s, b

Proton

W/W

Z

Z⁰

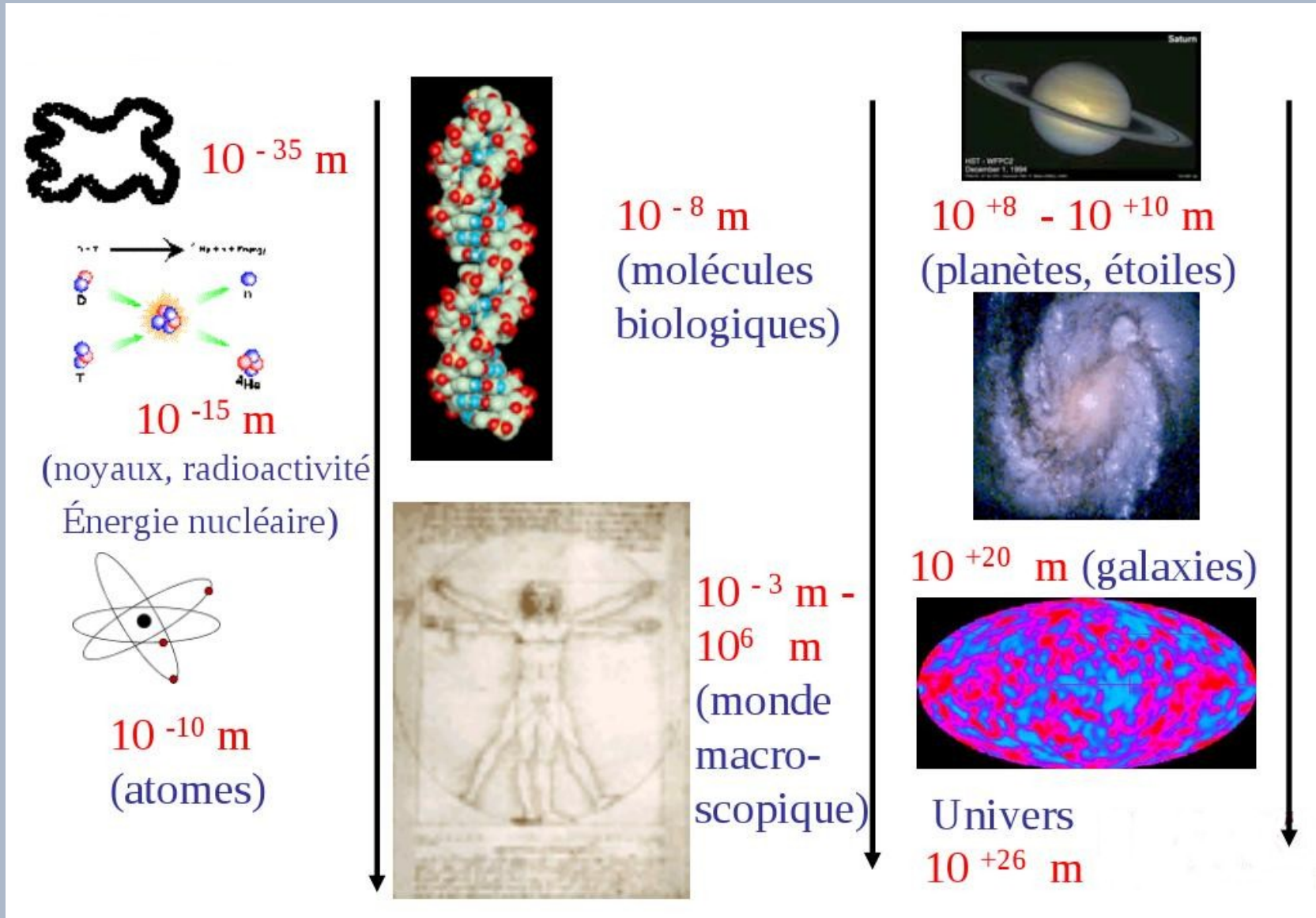
Gluons

Higgs Bosen

Ψ

1.3 Les différentes « écoles de pensées »

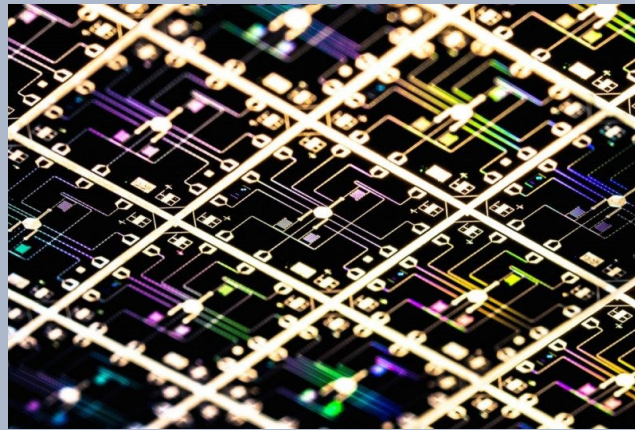
Énorme champ d'applications



1.3 Les différentes « écoles de pensées »

Antiquité, Renaissance vs. Physique « moderne »

[2018-quantum computers will finally beat ordinary machine](#)



[Engineering of a Swedish quantum computer set to start](#)



- [1] Polycopié de cours
- [2] [Maria Barbi - 1P001 Concepts et Methodes de la Physique - groupes MIPI](#)
- [3] Wikipédia
- [4] [Encyclopédie Universalis](#)
- [5] David Sénéchal - [« Histoire des sciences » PHQ399](#) Université de Sherbrooke, QC
- [6] pour la suite : [Khan Academy](#) , [Unisciel](#) etc...