

PHY1111


Introduction aux disciplines de la physique

Cours 2

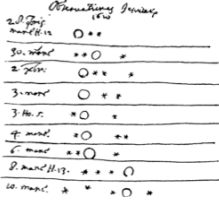
Bref historique et perspectives

François Schiettekatte
Hiver 2011


Une science de tout qui mène à tout!!



antiquité



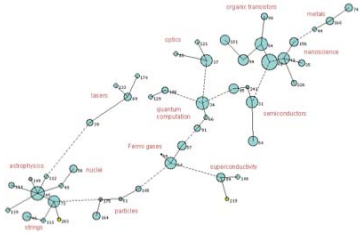
renaissance



XIXe

	fermions (3 générations de la matière)			bosons (forces)		
	I	II	III			
masse	2.2 MeV	4.2 MeV	171.2 GeV	0	0	0
charge	2/3	1/3	0	0	1/3	0
spin	1/2	1/2	1/2	0	1	0
nom	up	charm	top	photon		
Quarks	d	s	b	g		
	down	strange	bottom	gluon		
Leptons	e	μ	τ	Z ⁰		
	electron	muon	tau	boson Z'		

XXe




XIXe

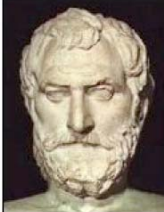
-1000

L'histoire de la physique en 30 minutes!

Les philosophes grecs



ηλεκτρον = ambre jaune




scienceamusante.net

Thalès de Milet (-600):
les phénomènes naturels ont des cause naturelles ≠ intervention divine

... déjà, la terre est ronde

Leucippe/Démocrite (-440): atome

Aristote (-300):
logique, méthode scientifique
≠Platon (son prof!): déduction pure



Worldpress.com

... beaucoup de croyances
... théorie adoptée par l'Église

+2000

-1000

Adieu le géocentrisme, bonjour les lois du mouvement


Arabes: astronomie, optique et algèbre
(الحسن علي vers l'an 1000)

Jean Buridan (1340): impetus

Nicolas Copernic envoie au pape
« *Des révolutions des sphères célestes* » (1543)

Galilée:

- 1600: chute des corps
- 1610: lunette astronomique
 - phases de Vénus
 - lunes de Jupiter
- vin consacré = vin normal = problèmes!



Οπτικαίμησις Γενικαίη
1610

2 ^o spher. mart. 11.12	○	**	
3 ^o spher. *	**	○	*
2 ^o spher. *	○	**	*
3 ^o spher. *	○	*	*
3 ^o spher. *	*	○	*
4 ^o spher. *	*	○	**
6 ^o spher. *	**	○	*
8 ^o spher. 11.13.	*	*	* ○
10 ^o spher. *	*	*	* ○ *

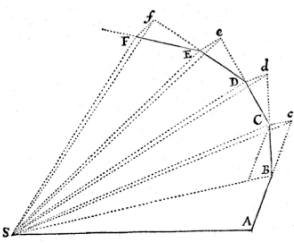
+2000

-1000

bonjour les lois du mouvement

Newton:

- momentum, $F=ma$, action-réaction & gravitation
- calcul différentiel
- lumière: corpuscules
- alchimie, théologie



Principia (1687)

$$\nabla^2 V = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0.$$

Maths et mécanique développée par Taylor, Bernoulli,
Euler, Lagrange, Laplace, Legendre (17xx)

+2000

-1000

ok pour le mouvement, mais le reste?

Nature de la lumière: difficile de contredire Newton mais...

Mémoire présenté par Fresnel lors d'un concours à l'Académie française (1815)
Poisson: tache lumineuse dans l'ombre portée par un point, Ha! Ha! Ha!
Arago: faisons l'expérience ... ça marche!



cloue le cercueil de la théorie corpusculaire de la lumière

+2000

-1000

ok pour le mouvement, mais le reste?

Fluides impondérables: le calorique, **l'électrique**, et le phlogistique
oxygène (Lavoisier, 1778)
=> chimie



Galvani (1780) et Volta (1800): premières piles

Ørsted (1820): effet du courant sur une boussole
=> loi d'Ampère

Faraday
- « moteur » électrique (1821)
- induction (1831)

Gauss (1835): lien entre charge et champ électrique

Mawell (1860): synthèse de l'EM et prédiction d'ondes
découvertes par Hertz (1888)




Source: flickr.com/photos/osunick


-1000

ok pour le mouvement, mais le reste?

Fluides impondérables: le **calorique**, l'électrique, et le phlogistique

Fourrier: équation de la chaleur (1822)

Carnot (1824): Réflexions sur la puissance motrice du feu
- équivalence entre travail et chaleur, $\Delta T \Leftrightarrow \Delta \text{hauteur chute}$
- quelque chose s'écoule, mais quoi?



entropie $S = Q/T$ (Clausius, 1865)

Qu'est-ce que l'entropie?

$S = k_B \ln \Omega$ (Boltzmann, 1877)

transitions de phase

+2000

-1000

ne manquent que les atomes...

expliqueraient Ω

- dist. vitesse dans les gaz (Maxwell, 1859)

expliqueraient bien aussi la chimie...

- proportions dans les gaz qui réagissent (Dalton, 1804; Gay-Lussac, 1808)
- tableau périodique (Mendeleïev, 1869)
- mouvement Brownien (Einstein, 1905)

ОПЫТ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.
ОСНОВАННОЙ НА ВѢСѢ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

	Ti = 50	Zr = 90	? = 180.
	V = 51	Nb = 94	Ta = 182.
	Cr = 52	Mo = 96	W = 186.
	Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,1
	Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198.
	Ni = 58,7	Pd = 106,4	O = 160.
H = 1	Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200.
Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112
B = 11	Al = 27,1	? = 68	U = 116
C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118
N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122
O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?
F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	I = 127
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4
		Ca = 40	Sr = 87,4
		? = 45	Ce = 92
		?Er = 56	La = 94
		?Yt = 60	Di = 95
		?In = 75,4	Th = 118?

Д. Менделѣевъ

+2000

-1000


Fin 1800: la physique est complète...

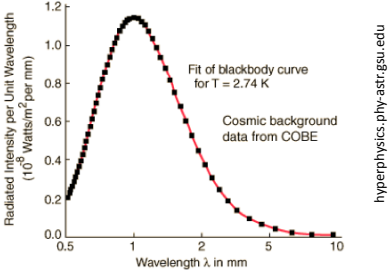
Lord Kelvin (1852):

« la physique a fourni une description cohérente et a priori complète de l'univers »

Le soleil a quelques millions d'années


Il reste que deux problèmes:





+2000

-1000



Michelson–Morley (1887): pas d'éther!

↓

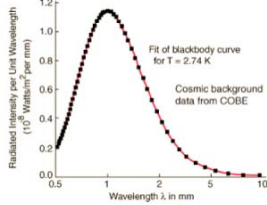
Relativité (Einstein, 1905)

$$t' = \gamma t, \quad \gamma = 1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$$

$$E = \gamma mc^2 \approx mc^2 + \frac{1}{2}mv^2 + \dots$$

↓

Relativité générale (Einstein, ≈1913)



Pour arriver à «fitter» Planck pose $E=h\nu$ (1900)

↓

quantas (Einstein, 1905)
explique aussi l'effet photo-électrique
(Planck pas d'accord)

↓

$E=nhc/\lambda$ et $2\pi r=n\lambda$ (Bohr, 1913)
explique le spectre de l'hydrogène

+2000

-1000

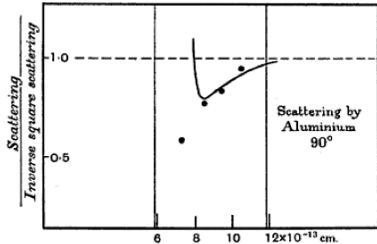
Enfin, les atomes!

Röntgen (1895): rayons X
 Becquerel (1897): des plaques photographiques noircissent à proximité de l'urane
 Marie Curie (1901): découverte du radium

Rutherford: diffusion des particules alpha
 - preuve de l'existence des atomes (1911)
 - «taille» du noyau \sim fm (1919)

Diffraction des rayons X (von Laue, 1912):
 les atomes sont empilés!

... fission nucléaire: 1930



Scattering by Aluminium 90°

Distance of approach on inverse square force

Fig. 78.

+2000

-1000


L'âge de la mécanique quantique

Compton: la lumière transporte de la quantité de mouvement

de Broglie: dualité onde-corpuscule aussi pour la matière, $p = h/\lambda$

Équation de Schrödinger (1925):
équation d'onde pour décrire la matière

Principe d'incertitude (1926):
 $\Delta v \Delta t \approx 1/2\pi$ pour les ondes $\Rightarrow \Delta E \Delta t \geq h/2\pi$



talklikeaphysicist.com

Interprétation de Copenhague (1927):
Einstein: « Dieu ne joue pas aux dés »
Bohr: « Cessez de dire à Dieu ce qu'il doit faire »

Inégalités de Bell (1964) violées: il faut abandonner soit la réalité, soit la localité

+2000

L'âge des particules

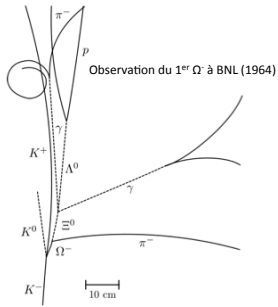
Radioactivité: positon, un anti-électron

Prolifération des « théories de champs »
Interprétation des forces comme un échange de **particules virtuelles**, entre autres pour expliquer la force nucléaire (Yukawa, 1935)

Tentatives de détection
 \Rightarrow découverte d'une trêlée de nouvelles particules ... modèle standard (... 1970)

... reste le Higgs

Plasma quark – gluon ... origines de l'univers (μs)



Observation du 1^{er} Ω^- à BNL (1964)

	fermions (3 générations de la matière)			bosons (forces)	
	I	II	III		
masse \rightarrow	2.6 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV	0	0
charge \rightarrow	$2/3$	$2/3$	$2/3$	0	1
spin \rightarrow	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	1
nom \rightarrow	u up	c charm	t top	γ photon	
Quarks	d down	s strange	b bottom	g gluon	
	4.8 MeV	104 MeV	4.2 GeV	0	0
	$2/3$	$-1/3$	$-1/3$	0	0
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	1
	ν_e neutrino électronique	ν_μ neutrino muonique	ν_τ neutrino tauique	Z^0 boson Z ⁰	
	$< 2.2 \text{ eV}$	$< 0.17 \text{ MeV}$	$< 18.5 \text{ MeV}$	0	0
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	1
	-1	-1	-1	0	0
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	1
Leptons	e électron	μ muon	τ tau	W^\pm boson W	
	0.511 MeV	105.7 MeV	1.777 GeV	80.4 GeV	

L'âge de la matière condensée

Drude (1900): gaz classique d'électrons

Supraconductivité du Hg (Holst & Onnes, 1911)

Modèle des vibrations atomiques (Debye, 1912)

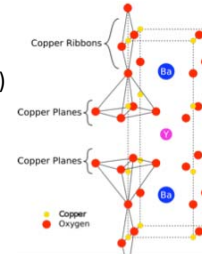
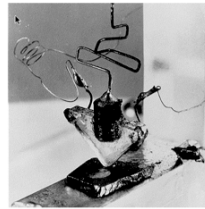
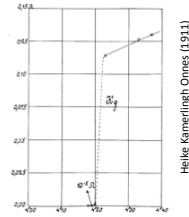
Sommerfeld (1927): e^- dans un métal = gaz de Fermi

Théorème de Bloch (1928): périodicité du potentiel

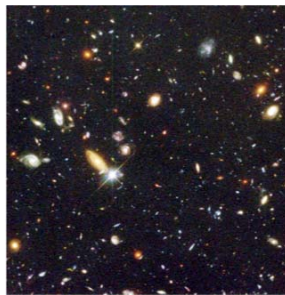
Premier transistor (Bardeen, Shockley & Brattain, 1947)

Théorie de la supraconductivité (Bardeen, Cooper, Schrieffer, 1957)

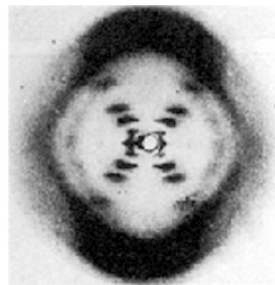
Supra à haute température critique (Bednorz & Müller, 1986)
toujours inexpliquée



etc.



Expansion de l'Univers (Hubble, 1929)



Structure de l'ADN (Watson & Crick, 1953)

Rosalind Franklin: XRD, genome.igi.jpst.org/Chr16/



Towes: maser (1953), laser (1957)

Labo Carlos Silva



Tectonique des plaques (Wegener, 1915)

