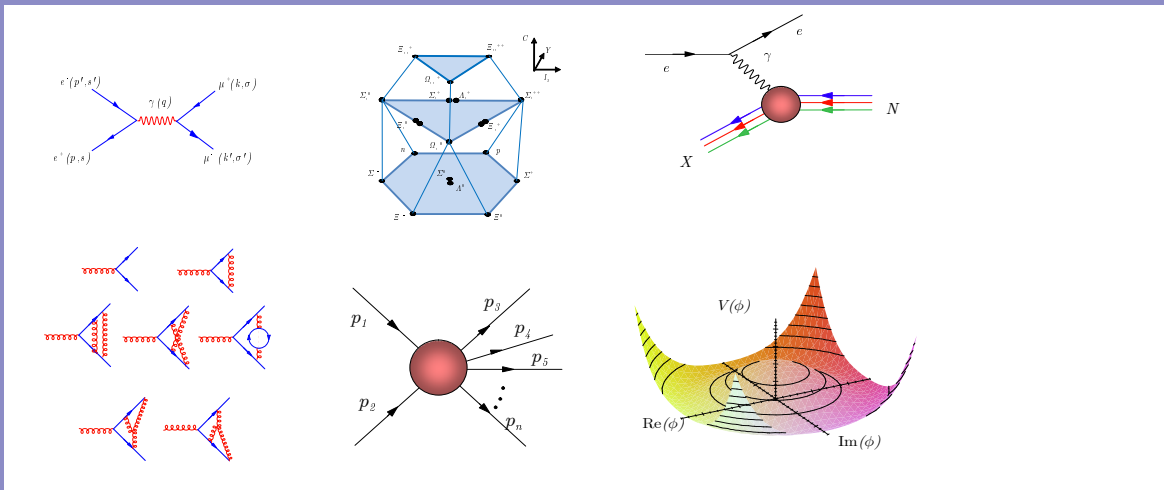


Propriétés des particules et collisionneurs

L. Marleau



Propriétés des particules et collisionneurs

L. Marleau

Département de physique, de génie physique et d'optique



Université Laval



Québec



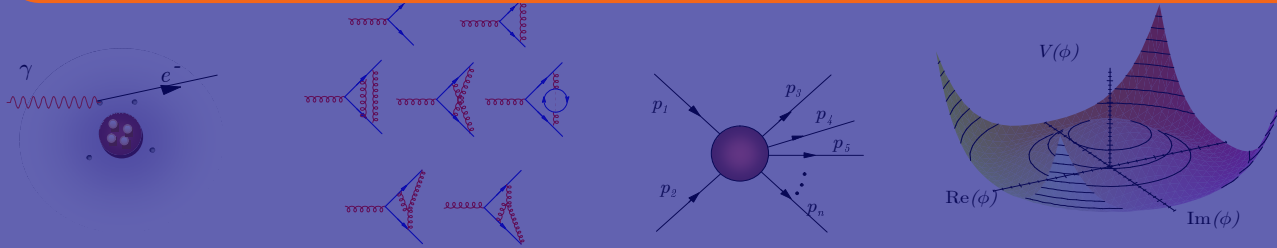
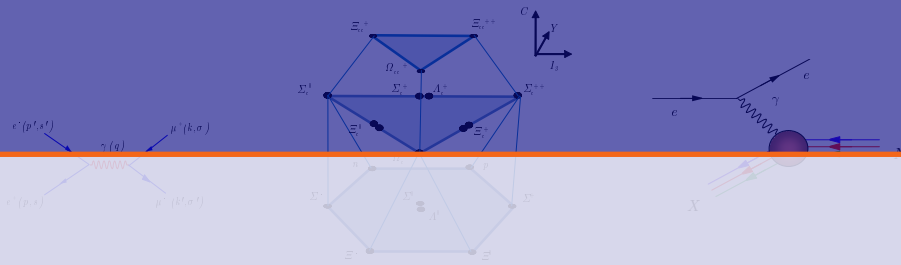
Canada

Cet ouvrage a été rédigé avec *Scientific WorkPlace* (SWP) et composé avec pdf \LaTeX de Mi \LaTeX X
© 1998-2017 L. Marleau

Département de physique, de génie physique et d'optique
Université Laval, Québec, Canada

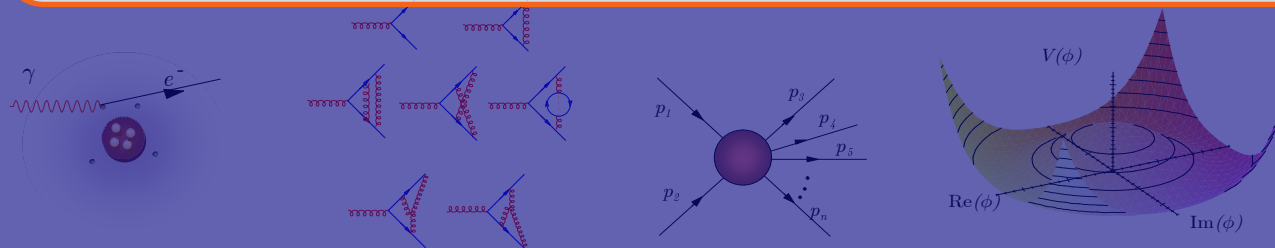
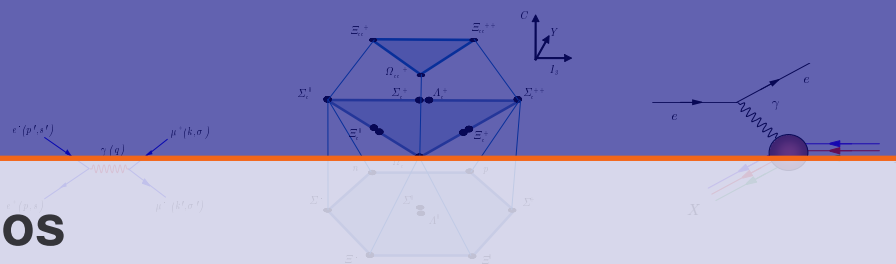
*Tous droits réservés. Aucun extrait de cet ouvrage ne peut être reproduit, sous quelque forme
ou par quelque procédé que ce soit (machine électronique, mécanique, à photocopier, à enregistrer
ou tout autre) sans l'autorisation écrite préalable de l'auteur.*

Sommaire



A	Notations, unités et constantes de physique	1
A.1	Notations	1
A.2	Unités SI	1
A.3	Facteurs de conversion	3
A.4	Unités naturelles	3
A.5	Unités de Lorentz-Heaviside	4
A.6	Constantes fondamentales de physique	5
A.6.1	Constantes universelles	5
A.6.2	Constantes électromagnétiques	5
A.6.3	Constantes astronomiques	5
A.6.4	Constantes atomiques	6
A.6.5	Constantes physico-chimiques	6
B	Rappel de relativité restreinte	7
B.1	La relativité restreinte	7
B.1.1	L'intervalle	7
B.1.2	Classification des évènements et causalité	8
B.2	Cinématique relativiste	8
B.2.1	Transformations de Lorentz	8
C	Particules, collisionneurs,...	11
C.1	Propriétés des particules	11
C.1.1	Particules fondamentales	11
C.1.2	Hadrons: Les mésons	16
C.1.3	Hadrons: Les baryons	26
C.2	Collisionneurs	34
C.3	Glossaire	35
D	Prix Nobel de physique	39

Avant-propos



Version 2017.05.31.11.15

Ce document est un recueil des propriétés des particules élémentaires et des principaux collisionneurs.

L. Marleau.
Département de physique, de génie physique et d'optique
Université Laval, Québec, Canada



Mises à jour

Version 2017.05.31:

- Corrections mineures.

Version 2015.04.13:

- Mise à jour des tableaux de propriétés des particules en annexe à partir des données du Particle Data Group 2014.

- Corrections mineures. ■

A

Notations, unités et constantes de physique

Annexe A

- A.1 Notations 1
- A.2 Unités SI 1
- A.3 Facteurs de conversion 3
- A.4 Unités naturelles 3
- A.5 Unités de Lorentz-Heaviside 4
- A.6 Constantes fondamentales de physique 5

A.1 Notations

Dans cet ouvrage, un certain nombre de conventions ont été adoptées pour faciliter la lecture. Les vecteurs à trois dimensions sont notés par des caractères gras

$$\mathbf{x}, \mathbf{r}, \mathbf{v}, \mathbf{F}, \dots$$

alors que les quadrivecteurs sont notés par

$$x, p, \dots$$

ou par leur composantes contravariantes

$$x^\mu, p^\mu, \dots$$

L'alphabet grec est utilisé fréquemment:

Alphabet Grec					
Majuscule	Minuscule	Prononciation	Majuscule	Minuscule	Prononciation
A	α	alpha	N	ν	nu
B	β	bêta	Ξ	ξ	xi
Γ	γ	gamma	O	o	omicron
Δ	δ	delta	Π	π	pi
E	ϵ, ε	epsilon	P	ρ	rho
Z	ζ	zêta	Σ	σ	sigma
H	η	êta	T	τ	tau
Θ	θ, ϑ	thêta	Υ	υ	upsilon
I	ι	iota	Φ	ϕ, φ	phi
K	κ	kappa	Ψ	ψ	psi
Λ	λ	lambda	X	χ	khi
M	μ	mu	Ω	ω, ϖ	oméga

A.2 Unités SI

Les lettres SI désignent le Système International d'unités. Il s'agit d'un système d'unités cohérentes approuvé internationalement qui est en usage dans plusieurs pays et utilisé de

A. Notations, unités et constantes de physique

façon systématique pour les ouvrages scientifiques et techniques. Le système SI, basé sur les unités MKS, remplace les systèmes CGS et f.p.s. (Système Impérial). On peut diviser les unités SI en trois groupes: les unités de base, supplémentaires et dérivées. Il y a sept unités de base qui sont dimensionnellement indépendantes.

Unités de base SI		
Quantité Physique	Nom	Symbole
Longueur	mètre	m
Masse	kilogramme	kg
Temps	seconde	s
Courant électrique	ampère	A
Température	kelvin	K
Quantité de matière	mole	mol
Intensité lumineuse	candela	cd

Unités supplémentaires SI		
Quantité Physique	Nom	Symbole
Angle plan	radian	rad
Angle solide	stéradian	sr

Unités dérivées SI			
Quantité Physique	Nom	Symbole	Unités SI
Fréquence	hertz	Hz	s^{-1}
Énergie	joule	J	$N \cdot m$
Force	newton	N	$kg \cdot m \cdot s^{-2}$
Puissance	watt	W	$J \cdot s^{-1}$
Pression	pascal	Pa	$N \cdot m^{-2}$
Charge électrique	coulomb	C	$A \cdot s$
Différence de potentiel électrique	volt	V	$W \cdot A^{-1}$
Résistance électrique	ohm	Ω	$V \cdot A^{-1}$
Conductance électrique	siemens	S	$A \cdot V^{-1}$
Capacité électrique	farad	F	$C \cdot V^{-1}$
Flux magnétique	weber	Wb	$V \cdot s$
Inductance	henry	H	$Wb \cdot A^{-1}$
Induction magnétique	tesla	T	$Wb \cdot m^{-2}$
Flux lumineux	lumen	lm	$cd \cdot sr$
Illumination	lux	lx	$lm \cdot m^{-2}$
Activité	becquerel	Bq	s^{-1}
Dose absorbée	gray	Gy	$J \cdot kg^{-1}$
Dose équivalente	sievert	Sv	$J \cdot kg^{-1}$

Les unités SI sont étendues grâce à des préfixes qui désignent les multiples ou fractions décimales des unités.

Préfixes utilisés avec unités SI					
Facteur	Préfixe	Symbole	Facteur	Préfixe	Symbole
10	déca-	da	10^{-1}	déci-	d
10^2	hecto-	h	10^{-2}	centi-	c
10^3	kilo-	k	10^{-3}	milli-	m
10^6	méga-	M	10^{-6}	micro-	μ
10^9	giga-	G	10^{-9}	nano-	n
10^{12}	tera-	T	10^{-12}	pico-	p
10^{15}	peta-	P	10^{-15}	femto-	f
10^{18}	exa-	E	10^{-18}	atto-	a

A.3 Facteurs de conversion

	Pour convertir de	en	Multiplier par
Activité	curie	becquerel	3.7×10^{10}
Aire	acre	m ²	4046.873
Énergie	B.T.U.	joule	1055.056
	kilocalorie	joule	4186
	erg	joule	1.0×10^{-7}
	électron volt	joule	1.60219×10^{-19}
Force	dyne	newton	.00001
	livre	newton	4.44822
Luminosité	pied chandelle	lux	10.76391
	phot	lux	10000.0
Longueur	ångström	mètre	1.0×10^{-10}
	pied	mètre	.3048
	pouce	mètre	.0254
	mile	mètre	1609.344
Flux magnétique	maxwell	weber	1.0×10^{-8}
Champ magnétique	gauss	tesla	1.0×10^{-4}

	Pour convertir de	en	Multiplier par
Masse	u.m.a.	kilogramme	1.66054×10^{-27}
	u.m.a.	MeV	931.4868
Angle plan	degré	radian	1.745329×10^{-2}
	minute	radian	2.908882×10^{-4}
	seconde	radian	4.848137×10^{-6}
Puissance	horsepower	watt	745.69987
Pression	atmosphère	pascal	101 325
	bar	pascal	1.0×10^5
	torr	pascal	133.322
Température	Celsius	kelvin	$T_K = T_C + 273.15$
	Fahrenheit	Celsius	$T_F = (T_C - 32) / 1.8$
	Fahrenheit	kelvin	$T_K = (T_F + 459.67) / 1.8$
Temps	an	seconde	3.153600×10^7
	jour	seconde	86400
	heure	seconde	3600
	minute	seconde	60
Volume	gallon	m ³	3.785412×10^{-3}
	litre	m ³	1.0×10^{-3}
	pinte	m ³	9.463529×10^{-4}

A.4 Unités naturelles

Les unités naturelles (UN) sont définies de façon à ce que les constantes fondamentales que sont la constante de Planck et la vitesse de la lumière soient

$$\begin{aligned}\hbar &= 1 \\ c &= 1.\end{aligned}$$

Elles sont utiles dans les systèmes physiques relativistes et/ou qui impliquent des effets quantiques mesurables.

Une quantité dans les unités SI (système international) qui possède des dimensions

$$E^p L^q T^r$$

où x est un nombre pur devant E , L et T qui représentent les unités d'énergie (en Joules), longueur (en mètres) et temps (en secondes) respectivement, aura des unités d'énergie à la puissance $p - q - r$, soit E^{p-q-r} dans le SUN. La conversion du SI au SUN procède comme

suit. Si dans le SI E , L et T représentent les unités de masse, longueur et temps

$$\begin{aligned} [E^p L^q T^r]_{\text{SUN}} &= \left[E^p \left(\frac{L}{\hbar c} \right)^q \left(\frac{T}{\hbar} \right)^r \right]_{\text{SI}} = \left[\frac{E^p L^q T^r}{c^q \hbar^{q+r}} \right]_{\text{SI}} \\ &= [E^p L^q T^r]_{\text{SI}} \cdot (6.24 \times 10^{-12} \text{ MeV}^{-1} \text{ J}^{-1})^p \\ &\quad \cdot (5.1 \times 10^{12} \text{ MeV}^{-1} \text{ m}^{-1})^q \cdot (1.52 \times 10^{21} \text{ MeV}^{-1} \text{ s}^{-1})^r \end{aligned}$$

où les quantités dans les crochets $[A]_{\text{SUN}}$ et $[A]_{\text{SI}}$ sont respectivement en unités SUN et SI.

Quantité	SI			SUN
	p	q	r	$n = p - q - r$
Action	1	2	-1	0
Vitesse	0	1	-1	0
Masse	1	0	0	1
Longueur	0	1	0	-1
Temps	0	0	1	-1
Impulsion	1	1	-1	1
Énergie	1	2	-2	1
Const. structure fine α_{em}	0	0	0	0
Const. de Fermi	1	5	-2	-2

A.5 Unités de Lorentz-Heaviside

Dans les unités SI, la charge électrique est exprimée en Coulombs, unité distincte qui est additionnelle aux unités «mécaniques» (masse, longueur, temps), bien que la définition traditionnelle de l'ampère se réfère à certaines de ces autres unités. Dans les systèmes unitaires naturels, cependant, la charge électrique a des unités de

$$[E]^{1/2} [L]^{3/2} [T]^{-1}$$

Il existe deux systèmes d'unité naturels principaux pour l'électromagnétisme:

- Unités de Lorentz-Heaviside (classées comme système rationalisé d'unités d'électromagnétisme).
- Gaussiennes (classées comme système non rationalisé d'unités d'électromagnétisme).

Parmi celles-ci, Lorentz-Heaviside est un peu plus commune, principalement parce que les équations de Maxwell sont plus simples dans les unités de Lorentz-Heaviside qu'elles ne le sont dans les unités gaussiennes.

Dans les deux systèmes unitaires, la charge élémentaire e satisfait:

$$\begin{aligned} e &= \sqrt{4\pi\alpha_{em}\hbar c} \quad (\text{Lorentz-Heaviside}), \\ e &= \sqrt{\alpha_{em}\hbar c} \quad (\text{Gaussien}) \end{aligned}$$

où \hbar est la constante de Planck réduite, c est la vitesse de la lumière, et la quantité adimensionnelle

$$\alpha_{em} = \frac{1}{137.0360}$$

est la constante de structure fine.

Dans un système unitaire naturel où $c = 1$, les unités de Lorentz-Heaviside peuvent facilement être dérivées des unités SI en posant $\epsilon_0 = \mu_0 = 1$.

A.6 Constantes fondamentales de physique

A.6.1 Constantes universelles

Quantité	Symbole	Valeur
Vitesse de la lumière (vide)	c	$2.99792458 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Perméabilité du vide	μ_0	$1.25664 \times 10^{-6} \text{ N A}^{-2}$
Permittivité du vide ($1/\mu_0 c^2$)	ϵ_0	$8.854187817 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$
Constante gravitationnelle	G, κ	$6.67384 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$
Constante de Planck	h	$6.62606957 \times 10^{-34} \text{ J s}$
en électron volts		$4.135669 \times 10^{-15} \text{ eV s}$
$h/2\pi$	\hbar	$1.05457266 \times 10^{-34} \text{ J s}$
en électron volts		$6.58211928 \times 10^{-16} \text{ eV s}$
Masse de Planck ($(\hbar c/G)^{\frac{1}{2}}$)	m_P	$2.17671 \times 10^{-8} \text{ kg}$
Longueur de Planck ($(\hbar G/c^3)^{\frac{1}{2}}$)	l_P	$1.61605 \times 10^{-35} \text{ m}$
Temps de Planck ($(\hbar G/c^5)^{\frac{1}{2}}$)	t_P	$5.39056 \times 10^{-44} \text{ s}$

A.6.2 Constantes électromagnétiques

Quantité	Symbole	Valeur
Charge de l'électron	e	$1.602176565 \times 10^{-19} \text{ C}$
Rapport e sur h	e/h	$2.41798836 \times 10^{14} \text{ A J}^{-1}$
Quantum de flux magnétique ($h/2e$)	Φ_0	$2.06783461 \times 10^{-15} \text{ Wb}$
Ratio fréquence-voltage Josephson	$2e/h$	$4.8359767 \times 10^{14} \text{ Hz V}^{-1}$
Conductance Hall quantique	e^2/h	$3.87404614 \times 10^{-5} \text{ S}$
Résistance Hall quantique ($\mu_0 c/2\alpha_{em}$)	R_H	25812.8056Ω
Magnéton de Bohr	μ_B	$9.2740154 \times 10^{-24} \text{ J T}^{-1}$
en électron volts		$5.78838263 \times 10^{-5} \text{ eV T}^{-1}$
Magnéton nucléaire (1 nm)	μ_N	$5.0507866 \times 10^{-27} \text{ J T}^{-1}$
en électron volts		$3.15245166 \times 10^{-8} \text{ eV T}^{-1}$

A.6.3 Constantes astronomiques

Quantité	Symbole	Valeur
Masse du Soleil	M_\odot	$1.98843 \times 10^{30} \text{ kg}$
Rayon du Soleil	R_\odot	$6.9599 \times 10^8 \text{ m}$
Masse de la Terre	M_\oplus	$5.97223 \times 10^{24} \text{ kg}$
Rayon de la Terre (équateur)	R_\oplus	$6.378164 \times 10^6 \text{ m}$
Rayon de la Terre (pôle)		$6.356 \times 10^6 \text{ m}$
Masse de la Lune		$7.349 \times 10^{22} \text{ kg}$
Rayon de l'orbite lunaire		$3.844 \times 10^8 \text{ m}$
Pression atmosphérique standard		$101325 \text{ Pa (N m}^{-2}\text{)}$

A.6.4 Constantes atomiques

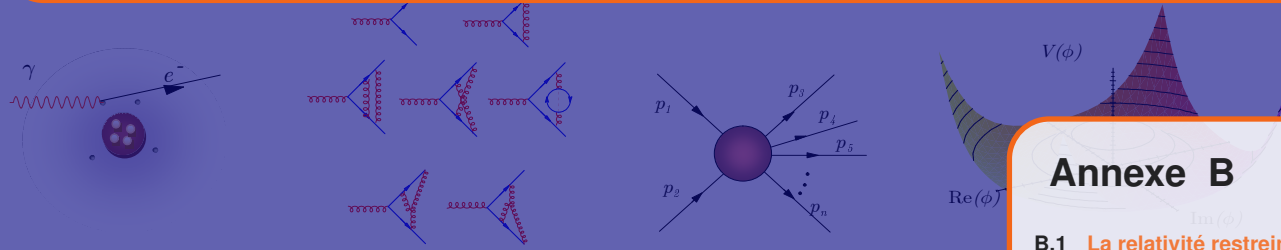
Quantité	Symbole	Valeur	
Structure fine ($\mu_0 c e^2 / 2h$)	α_{em}	$7.29735308 \times 10^{-3}$	
	α_{em}^{-1}	137.0359895	
Constante de Rydberg	R_∞	$1.0973731534 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$	
		en hertz	$3.2898419499 \times 10^{15} \text{ Hz}$
		en joules	$2.1798741 \times 10^{-18} \text{ J}$
		en électron volts	13.6056981 eV
Rayon de Bohr ($\alpha_{em} / 4\pi R_\infty$)	a_0	$0.529177249 \times 10^{-10} \text{ m}$	
Énergie de Hartree	E_h	$4.3597482 \times 10^{-18} \text{ J}$	
		en électron volts	27.2113961 eV
Quantum de circulation	$h/2m_e$	$3.63694807 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$	
	h/m_e	$7.27389614 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$	

A.6.5 Constantes physico-chimiques

Quantité	Symbole	Valeur	
Nombre d'Avogadro	N_A	$6.0221367 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	
Constante d'Avogadro		10^{23} mol^{-1}	
Unité de masse atomique ($\frac{1}{12}m(^{12}\text{C})$)	m_u	$1.6605402 \times 10^{-27} \text{ kg}$	
		en électron volts ($m_u c^2 / \{e\}$)	931.49432 MeV
Constante de Faraday	F	96485.309 C mol ⁻¹	
Constante de Planck molaire	$N_A h$	$3.99031323 \times 10^{-10} \text{ J s mol}^{-1}$	
	$N_A h c$	$0.11962658 \text{ J m mol}^{-1}$	
Constant des gaz	R	$8.314510 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$	
Constante de Boltzmann	k	$1.380658 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$	
		en électron volts	$8.617385 \times 10^{-5} \text{ eV K}^{-1}$
		en hertz	$2.083674 \times 10^{10} \text{ Hz K}^{-1}$
Volume molaire (gaz parfait) ^a	V_m	$22.41410 \text{ L mol}^{-1}$	
Constante de Loschmidt ^b	n_0	$2.686763 \times 10^{25} \text{ m}^{-3}$	
Constante de Loschmidt ^c	V_m	$22.71108 \text{ L mol}^{-1}$	
Constante de Sackur-Tetrode ^d	S_0/R	-1.151693	
Constante de Sackur-Tetrode ^e		-1.164856	
Constante de Stefan-Boltzmann	σ	$5.67051 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$	
Constante de radiation primaire	c_1	$3.7417749 \times 10^{-16} \text{ W m}^2$	
Constante de radiation secondaire	c_2	0.01438769 m K	
Constante de Wien	b	$2.897756 \times 10^{-3} \text{ m K}$	
Constante de Coulomb	k_0	$8.98755 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$	
Constante de perméabilité	$\mu_0/4\pi$	$10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$	

^a $T = 273.15\text{K}$, $p = 101325\text{Pa}$ ^b $T = 273.15\text{K}$, $p = 101325\text{Pa}$ ^c $T = 273.15\text{K}$, $p = 100\text{kPa}$ ^d $p_0 = 100\text{kPa}$ ^e $p_0 = 101325\text{Pa}$

Rappel de relativité restreinte



Annexe B

B.1	La relativité restreinte	7
B.2	Cinématique relativiste	8

B.1 La relativité restreinte

Les deux principes sur lesquels repose la relativité sont:

Postulat B.1

Le principe de relativité: les lois de la physique doivent avoir la même forme dans tous les repères inertiels.

Postulat B.2

Universalité de la vitesse de la lumière: la vitesse de la lumière est la même dans tous les repères inertiels. Cette vitesse ne dépend pas de l'état de mouvement de la source.

B.1.1 L'intervalle

Considérons deux événements \mathcal{E}_1 et \mathcal{E}_2 reliés par un rayon lumineux. Dans un référentiel S , on a $\Delta t = t_2 - t_1$, $\Delta x = x_2 - x_1$, $\Delta y = y_2 - y_1$ et $\Delta z = z_2 - z_1$. Ces quantités satisfont la relation:

$$-(\Delta t)^2 + (\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta z)^2 = 0 \quad (\text{B.1})$$

puisque $c = 1$. En raison de l'universalité de c , on a aussi dans un second référentiel S' :

$$-(\Delta t')^2 + (\Delta x')^2 + (\Delta y')^2 + (\Delta z')^2 = 0. \quad (\text{B.2})$$

Plus généralement, pour deux événements quelconques séparés dans l'espace de Δx , Δy et Δz et dans le temps de Δt , on appelle intervalle entre ces événements la quantité:

$$\Delta s^2 = -(\Delta t)^2 + (\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta z)^2. \quad (\text{B.3})$$

En relation avec ce que l'on vient tout juste de voir, on constate que si Δs^2 est nul pour deux événements donnés, $\Delta s'^2$ est également nul. Il y a en fait une invariance de l'intervalle lors d'un passage des coordonnées de $S(t, x, y, z)$ aux coordonnées de $S'(t', x', y', z')$:

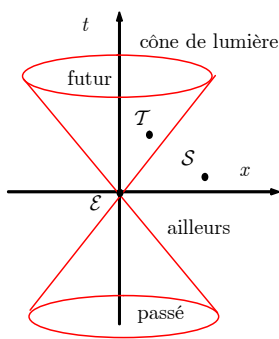
$$(\Delta s)^2 = (\Delta s')^2. \quad (\text{B.4})$$

B.1.2 Classification des événements et causalité

Comme la quantité $(\Delta s)^2$ entre deux événements est indépendante des observateurs, on peut s'en servir pour classer les événements l'un par rapport à l'autre.

Si l'intervalle entre deux événements (\mathcal{E} et \mathcal{S}) est positif, on dira qu'il est du *genre-espace*; si l'intervalle est négatif (\mathcal{E} et \mathcal{T}), on dira qu'il est du *genre-temps* alors que s'il est nul, on le dira du *genre-lumière*. Par rapport à un événement donné \mathcal{E} , l'ensemble des événements contenus dans le cône inférieur forment le *passé absolu* de \mathcal{E} ; ceux du cône supérieur, le *futur absolu* de \mathcal{E} (événements du *genre-temps*). Ceux qui sont à l'extérieur du cône constituent l'*ailleurs* de \mathcal{E} (événements du *genre-espace*) (voir figure B.1).

$$\begin{aligned}(\Delta s)^2 &> 0 && ; \text{ genre - espace} \\(\Delta s)^2 &< 0 && ; \text{ genre - temps} \\(\Delta s)^2 &= 0 && ; \text{ genre - lumière}\end{aligned}$$



On voit donc que chaque événement a son passé, son futur et son ailleurs. Quant au présent, il n'existe à toutes fins pratiques qu'en un point. Cette façon de voir est radicalement différente de celle qui avait prévalu jusqu'en 1905 où le temps était quelque chose d'absolu.

On peut aisément admettre que l'événement \mathcal{S} de la figure B.1 ne peut être l'effet de l'événement \mathcal{E} car la distance (selon Ox) est trop grande pour qu'un rayon lumineux ait pu connecter ces deux événements. Il en est de même pour tous les événements de l'ailleurs de \mathcal{E} ; ainsi l'événement \mathcal{E} ne peut être l'effet d'aucun événement situé dans l'ailleurs-passé.

Par contre, une relation de causalité est possible entre \mathcal{E} et \mathcal{T} qui est dans le *futur absolu* de \mathcal{E} . En effet, il est possible qu'un rayon lumineux ou qu'un signal moins rapide ait connecté ces deux événements, ce qui veut dire que \mathcal{E} pourrait être la cause de \mathcal{T} . De même \mathcal{E} peut être l'effet de tout événement faisant partie de son passé absolu.

Figure B.1 ▲ Relation de causalité entre les événements.

B.2 Cinématique relativiste

B.2.1 Transformations de Lorentz

L'invariance de la vitesse signifie notamment qu'un front d'onde émanant d'une source lumineuse ponctuelle demeure sphérique dans tous les repères en mouvement relatif uniforme (voir figure B.2). Nous choisirons d'identifier l'axe des x à la direction de la vitesse relative entre les référentiels S et S' .

Considérons les repères inertiels S et S' . Un front d'onde émis en $t = 0$, par une source fixe à l'origine de S , sera décrit en $t > 0$ par un observateur du même repère par la sphère

$$x^2 + y^2 + z^2 = t^2. \quad (\text{B.5})$$

Un observateur d'un repère S' , qui coïncidait avec S à $t = 0$ mais qui se déplace uniformément par rapport à S , verra la sphère

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 = t'^2. \quad (\text{B.6})$$

On peut alors déduire de cette observation la transformation de Lorentz pour les coordonnées d'espace-temps,

$$\begin{aligned}t' &= \gamma(t - Vx) & t &= \gamma(t' + Vx') \\x' &= \gamma(x - Vt) & x &= \gamma(x' + Vt') \\y' &= y & y &= y' \\z' &= z & z &= z'\end{aligned} \quad (\text{B.7})$$

les transformations de Lorentz des vitesses,

$$\begin{aligned}u'_x &= \frac{u_x - V}{1 - u_x V} & u_x &= \frac{u'_x + V}{1 + u'_x V} \\u'_y &= \frac{u_y}{\gamma(1 - u_x V)} & u_y &= \frac{u'_y}{\gamma(1 + u'_x V)} \\u'_z &= \frac{u_z}{\gamma(1 - u_x V)} & u_z &= \frac{u'_z}{\gamma(1 + u'_x V)}\end{aligned} \quad (\text{B.8})$$

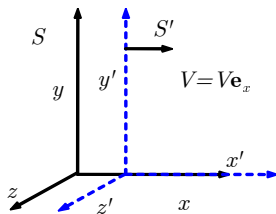


Figure B.2 ▲ Référentiels S et S' .

et les transformation de Lorentz de l'énergie-impulsion,

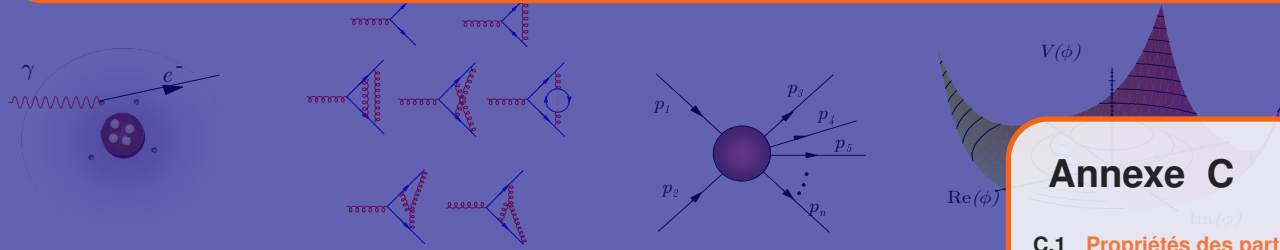
$$\begin{aligned} E' &= \gamma(E - Vp_x) & E &= \gamma(E' + Vp'_x) \\ p'_x &= \gamma(p_x - VE) & p_x &= \gamma(p'_x + VE') \\ p'_y &= p_y & p_y &= p'_y \\ p'_z &= p_z & p_z &= p'_z \end{aligned} \quad (\text{B.9})$$

où

$$\gamma = (1 - V^2)^{-\frac{1}{2}}. \quad (\text{B.10})$$

C

Particules, collisionneurs,...



Annexe C

C.1	Propriétés des particules	11
C.2	Collisionneurs	34
C.3	Glossaire	35

C.1 Propriétés des particules

Les propriétés des particules sont tirées des données les plus récentes compilées par le Particle Data Group (voir <http://pdg.lbl.gov>).

C.1.1 Particules fondamentales

Figure C.1 ◀▶

"Tableau périodique" des particules élémentaires du Modèle Standard. Les encadrés indiquent quelles particules ont des interactions fortes, électromagnétiques, faibles et gravitationnelles.

Notation C.1

 Les données sont tirées des annales du Particle Data Group de 2014 ^a. Dans les tableaux qui suivent, nous utiliserons la notation et les conventions suivantes:

Nombres Quantiques	
M	Masse (MeV)
Γ	Largeur de désintégration (MeV)
τ	Vie moyenne (s)
Q	Charge électrique
L_e	Nombre électronique
L_μ	Nombre muonique
L_τ	Nombre tauique
B	Nombre baryonique
S	Étrangeté
C	Charme
\tilde{B}	Bottom ou Beauté
T	Top ou Truth
Y	Hypercharge forte
	$= B + S + C + \tilde{B} + T$
$I^{\mathcal{G}}$	(Isospin fort) ^{Parité \mathcal{G}}
I_3	3 ^e composante de I
	$= Q - \frac{1}{2}Y$
I^W	Isospin faible
I_3^W	3 ^e composante de I^W
$X_{R,L}$	Hélicité gauche, droite de X
$J^{P\mathcal{C}}$	Spin ^{Parité, Parité \mathcal{C}}

De plus:

Les données du tableau qui indique * sont soit non-disponibles ou ne s'appliquent pas.

- Le numéro MCID est un numéro d'identification utilisé dans les programme de simulation Monte Carlo et assigné suivant la convention décrite du Particle Data Group.
- Par soucis de concision, l'incertitude sur les mesures est présentée de la façon suivante: ex. $1383.7_{\pm 10} \text{ MeV} = 1383.7 \pm 1.0 \text{ MeV}$. Lorsque l'incertitude n'est pas indiquée, c'est qu'elle est indéterminée ou non disponible.
- Les masses et de largeurs de désintégration sont exprimées dans le système d'unités naturelles, c'est-à-dire en MeV.
- La correspondance entre la vie moyenne τ exprimée en secondes (s) et la largeur de désintégration Γ exprimée en MeV (MeV) se lit

$$\tau = \frac{6.58211928 \times 10^{-22} \text{ MeV} \cdot \text{s}}{\Gamma}$$

- L'acronyme RIN signifie "repère d'impulsion nulle" (= repère du centre de masse lorsque seulement des particules massives sont impliquées).

^a(voir <http://pdg.lbl.gov>)



Bosons de jauge et Higgs										
Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_e, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \tilde{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	J^{PC}	$\Gamma(\text{MeV})$
g	21	0	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	(0,0)	*	1^-	*
γ	22	0	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	(0,0)	*	1^{--}	*
W^+	24	$80385_{\pm 15}$	1	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	(1,1)	*	1	$2080_{\pm 40}$
W^-	-24	$80385_{\pm 15}$	-1	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	(1,-1)	*	1	$2080_{\pm 40}$
Z^0	23	$91187.6_{\pm 21}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	(1,0)	*	1	$2495.2_{\pm 23}$
H	35	$125700_{\pm 400}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	(0,0)	*	0	*

Leptons

$S, C, \tilde{B}, T, I, I_3 = 0$

Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_e, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \tilde{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	J^{PC}	$\Gamma(\text{MeV})$
e	11	$0.510998928_{\pm 11}$	-1	(1,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(0,0)	1/2	*
ν_e	12	$0.000000_{\pm 2}$	0	(1,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(0,0)	1/2	*
μ	13	$105.6583715_{\pm 35}$	-1	(0,1,0)	0	(0,0,0,0)	*	(0,0)	1/2	$2.9959846_{\pm 30} \times 10^{-16}$
ν_μ	14	$0.000000_{\pm 2}$	0	(0,1,0)	0	(0,0,0,0)	*	(0,0)	1/2	*
τ	15	$1776.82_{\pm 16}$	-1	(0,0,1)	0	(0,0,0,0)	*	(0,0)	1/2	$2.2670_{\pm 40} \times 10^{-9}$
ν_τ	16	$0.000000_{\pm 2}$	0	(0,0,1)	0	(0,0,0,0)	*	(0,0)	1/2	*
Leptons avec chiralité L, R										
e_L	11	$0.510998928_{\pm 11}$	-1	(1,0,0)	0	(0,0,0,0)	(1/2, -1/2)	(0,0)	1/2	*
ν_{eL}	12	$0.000000_{\pm 2}$	0	(1,0,0)	0	(0,0,0,0)	(1/2, 1/2)	(0,0)	1/2	*
μ_L	13	$105.6583715_{\pm 35}$	-1	(0,1,0)	0	(0,0,0,0)	(1/2, -1/2)	(0,0)	1/2	$2.9959846_{\pm 30} \times 10^{-16}$
$\nu_{\mu L}$	14	$0.000000_{\pm 2}$	0	(0,1,0)	0	(0,0,0,0)	(1/2, 1/2)	(0,0)	1/2	*
τ_L	15	$1776.82_{\pm 16}$	-1	(0,0,1)	0	(0,0,0,0)	(1/2, -1/2)	(0,0)	1/2	$2.2670_{\pm 40} \times 10^{-9}$
$\nu_{\tau L}$	16	$0.000000_{\pm 2}$	0	(0,0,1)	0	(0,0,0,0)	(1/2, 1/2)	(0,0)	1/2	*
e_R	11	$0.510998928_{\pm 11}$	-1	(1,0,0)	0	(0,0,0,0)	(0,0)	(0,0)	1/2	*
ν_{eR}	*	*	0	(1,0,0)	0	(0,0,0,0)	(0,0)	(0,0)	1/2	*
μ_R	13	$105.6583715_{\pm 35}$	-1	(0,1,0)	0	(0,0,0,0)	(0,0)	(0,0)	1/2	$2.9959846_{\pm 30} \times 10^{-16}$
$\nu_{\mu R}$	*	*	0	(0,1,0)	0	(0,0,0,0)	(0,0)	(0,0)	1/2	*
τ_R	15	$1776.82_{\pm 16}$	-1	(0,0,1)	0	(0,0,0,0)	(0,0)	(0,0)	1/2	$2.2670_{\pm 40} \times 10^{-9}$
$\nu_{\tau R}$	*	*	0	(0,0,1)	0	(0,0,0,0)	(0,0)	(0,0)	1/2	*

Définition C.1**i Masses des quarks:**

Les masses des quarks u, d et s sont des estimés de ce qu'on appelle la *masse-courant* calculées dans le schéma de soustraction indépendant de la masse (mass-independent subtraction scheme) tel que le schéma de renormalisation \overline{MS} à l'échelle de masse de 2 GeV. Les masses des quarks c et b sont les *masses efficaces* (running masses) dans le schéma de renormalisation \overline{MS} . La masse du quark b est obtenue de deux façon: schéma de renormalisation \overline{MS} et état 1S. Ces mesures peuvent être différentes de celles obtenues avec des potentiels utilisés pour décrire les interactions entre quarks lourds.

**Quarks**

$$L_e, L_\mu, L_\tau = 0, I_3 = Q - 1/2 (B + S + C + \tilde{B} + T)$$

Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_e, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \tilde{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	$J^{P\mathcal{C}}$	$\Gamma(\text{MeV})$
u	2	$2.3_{\pm 7}$	$2/3$	(0,0,0)	$1/3$	(0,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	$1/2^+$	*
d	1	$4.8_{\pm 5}$	$-1/3$	(0,0,0)	$1/3$	(0,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	$1/2^+$	*
s	3	$95_{\pm 5}$	$-1/3$	(0,0,0)	$1/3$	(-1,0,0,0)	*	(0,0)	$1/2^+$	*
c	4	$1275_{\pm 25}$	$2/3$	(0,0,0)	$1/3$	(0,1,0,0)	*	(0,0)	$1/2^+$	*
b	5	$4180_{\pm 30}$	$-1/3$	(0,0,0)	$1/3$	(0,0,-1,0)	*	(0,0)	$1/2^+$	*
t	6	$173210_{\pm 870}$	$2/3$	(0,0,0)	$1/3$	(0,0,0,1)	*	(0,0)	$1/2^+$	$2000_{\pm 500}$
Quarks avec chiralité L, R										
u_L	2	$2.3_{\pm 7}$	$2/3$	(0,0,0)	$1/3$	(0,0,0,0)	(1/2, 1/2)	(1/2, 1/2)	$1/2^+$	*
d_L	1	$4.8_{\pm 5}$	$-1/3$	(0,0,0)	$1/3$	(0,0,0,0)	(1/2, -1/2)	(1/2, -1/2)	$1/2^+$	*
s_L	3	$95_{\pm 5}$	$-1/3$	(0,0,0)	$1/3$	(-1,0,0,0)	(1/2, -1/2)	(0,0)	$1/2^+$	*
c_L	4	$1275_{\pm 25}$	$2/3$	(0,0,0)	$1/3$	(0,1,0,0)	(1/2, 1/2)	(0,0)	$1/2^+$	*
b_L	5	$4180_{\pm 30}$	$-1/3$	(0,0,0)	$1/3$	(0,0,-1,0)	(1/2, -1/2)	(0,0)	$1/2^+$	*
t_L	6	$173210_{\pm 870}$	$2/3$	(0,0,0)	$1/3$	(0,0,0,1)	(1/2, 1/2)	(0,0)	$1/2^+$	$2000_{\pm 500}$
u_R	2	$2.3_{\pm 7}$	$2/3$	(0,0,0)	$1/3$	(0,0,0,0)	(0,0)	(1/2, 1/2)	$1/2^+$	*
d_R	1	$4.8_{\pm 5}$	$-1/3$	(0,0,0)	$1/3$	(0,0,0,0)	(0,0)	(1/2, -1/2)	$1/2^+$	*
s_R	3	$95_{\pm 5}$	$-1/3$	(0,0,0)	$1/3$	(-1,0,0,0)	(0,0)	(0,0)	$1/2^+$	*
c_R	4	$1275_{\pm 25}$	$2/3$	(0,0,0)	$1/3$	(0,1,0,0)	(0,0)	(0,0)	$1/2^+$	*
b_R	5	$4180_{\pm 30}$	$-1/3$	(0,0,0)	$1/3$	(0,0,-1,0)	(0,0)	(0,0)	$1/2^+$	*
t_R	6	$173210_{\pm 870}$	$2/3$	(0,0,0)	$1/3$	(0,0,0,1)	(0,0)	(0,0)	$1/2^+$	$2000_{\pm 500}$

C.1.2 Hadrons: Les mésons

Les mésons sont des états liés d'un quark avec un anti quarks. Ici, on les classe suivant les saveurs de quarks qu'ils contiennent. Ainsi on aura des mésons dits:

- sans saveurs ($S = C = \tilde{B} = T = 0$),
- étranges ($C = \tilde{B} = T = 0, S = \pm 1$),
- charmés ($S = \tilde{B} = T = 0, C = \pm 1$),
- étranges charmés ($\tilde{B}, T = 0, S = C = \pm 1$),
- beaux ($S = C = T = 0, \tilde{B} = \pm 1$)
- étranges beaux ($C = T = 0, S = \tilde{B} = \pm 1$),
- charmés beaux ($S = T = 0, C = \tilde{B} = \pm 1$),
- mésons $c\bar{c}$
- mésons $b\bar{b}$

Mésons sans saveurs

$$L_e, L_\mu, L_\tau, B, S, C, \tilde{B}, T = 0, I_3 = Q$$

$$I = 1 (\pi, \rho, \omega) : u\bar{d}, 1/\sqrt{2}(u\bar{u} - d\bar{d}), d\bar{u}$$

$$I = 0 (\eta, \eta', h, h', \omega, \phi, f, h) : c_1(u\bar{u} + d\bar{d}) + c_2s\bar{s}$$

Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_e, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \tilde{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	J^{PC}	$\Gamma(\text{MeV})$
π^+	211	$139.57018_{\pm 35}$	1	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, 1) ⁻	0 ⁻	$2.52840_{\pm 50} \times 10^{-14}$
π^-	-211	$139.57018_{\pm 35}$	-1	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, -1) ⁻	0 ⁻	$2.52840_{\pm 50} \times 10^{-14}$
π^0	111	$134.9766_{\pm 6}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, 0) ⁻	0 ⁺	$7.73_{\pm 17} \times 10^{-6}$
η	221	$547.862_{\pm 18}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(0, 0) ⁺	0 ⁺	$0.00131_{\pm 5}$
$f_0(500)$	9000221	$475_{\pm 75}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(0, 0) ⁺	0 ⁺⁺	$550_{\pm 150}$
$\rho(770)^+$	213	$775.26_{\pm 25}$	1	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, 1) ⁺	1 ⁻	$149.1_{\pm 8}$
$\rho(770)^-$	-213	$775.26_{\pm 25}$	-1	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, -1) ⁺	1 ⁻	$149.1_{\pm 8}$
$\rho(770)^0$	113	$775.26_{\pm 25}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, 0) ⁺	1 ⁻⁻	$149.1_{\pm 8}$
$\omega(782)$	223	$782.65_{\pm 12}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(0, 0) ⁻	1 ⁻⁻	$8.49_{\pm 8}$
$\eta'(958)$	331	$957.78_{\pm 6}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(0, 0) ⁺	0 ⁺	$0.198_{\pm 9}$
$f_0(980)$	9010221	$990_{\pm 20}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(0, 0) ⁺	0 ⁺⁺	$70_{\pm 30}$
$a_0(980)^+$	9000211	$980_{\pm 20}$	1	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, 1) ⁻	0 ⁺	$75_{\pm 25}$
$a_0(980)^-$	-9000211	$980_{\pm 20}$	-1	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, -1) ⁻	0 ⁺	$75_{\pm 25}$
$a_0(980)^0$	9000111	$980_{\pm 20}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, 0) ⁻	0 ⁺⁺	$75_{\pm 25}$
$\phi(1020)$	333	$1019.461_{\pm 19}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(0, 0) ⁻	1 ⁻⁻	$4.266_{\pm 31}$
$h_1(1170)$	10223	$1170_{\pm 20}$	-1	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(0, 0) ⁻	1 ⁺	$360_{\pm 40}$
$b_1(1235)^+$	10213	$1229.5_{\pm 32}$	1	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, 1) ⁺	1 ⁺	$142_{\pm 9}$
$b_1(1235)^-$	-10213	$1229.5_{\pm 32}$	-1	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, -1) ⁺	1 ⁺	$142_{\pm 9}$
$b_1(1235)^0$	10113	$1229.5_{\pm 32}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, 0) ⁺	1 ⁺⁻	$142_{\pm 9}$
$a_1(1260)^+$	20213	$1230_{\pm 40}$	1	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, 1) ⁻	1 ⁺	$420_{\pm 180}$
$a_1(1260)^0$	20113	$1230_{\pm 40}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, 0) ⁻	1 ⁺⁺	$420_{\pm 180}$
$a_1(1260)^-$	-20213	$1230_{\pm 40}$	-1	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, -1) ⁻	1 ⁺	$420_{\pm 180}$
$f_2(1270)$	225	$1275.1_{\pm 12}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(0, 0) ⁺	2 ⁺⁺	$185.1_{\pm 29}$
$f_1(1285)$	20223	$1281.9_{\pm 5}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(0, 0) ⁺	1 ⁺⁺	$24.2_{\pm 11}$
$\eta(1295)$	100221	$1294_{\pm 4}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(0, 0) ⁺	0 ⁺	$55_{\pm 5}$
$\pi(1300)^+$	100211	$1300_{\pm 100}$	1	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, 1) ⁻	0 ⁻	$400_{\pm 200}$
$\pi(1300)^-$	-100211	$1300_{\pm 100}$	-1	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, -1) ⁻	0 ⁻	$400_{\pm 200}$
$\pi(1300)^0$	100111	$1300_{\pm 100}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, 0) ⁻	0 ⁺	$400_{\pm 200}$
$a_2(1320)^+$	215	$1318.3_{\pm 6}$	1	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, 1) ⁻	2 ⁺	$107_{\pm 5}$
$a_2(1320)^-$	-215	$1318.3_{\pm 6}$	-1	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, -1) ⁻	2 ⁺	$107_{\pm 5}$
$a_2(1320)^0$	115	$1318.3_{\pm 6}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, 0) ⁻	2 ⁺⁺	$107_{\pm 5}$
$f_0(1370)$	30221	$1350_{\pm 150}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(0, 0) ⁺	0 ⁺⁺	$350_{\pm 150}$
$\pi_1(1400)^+$	9000213	$1354_{\pm 25}$	1	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, 1) ⁻	1 ⁻	$330_{\pm 35}$
$\pi_1(1400)^-$	-9000213	$1354_{\pm 25}$	-1	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, -1) ⁻	1 ⁻	$330_{\pm 35}$
$\pi_1(1400)^0$	9000113	$1354_{\pm 25}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(1, 0) ⁻	1 ⁺	$330_{\pm 35}$
$\eta(1405)$	9020221	$1408.8_{\pm 18}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(0, 0) ⁺	0 ⁺	$51_{\pm 29}$
$f_1(1420)^0$	20333	$1426.4_{\pm 9}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(0, 0) ⁺	1 ⁺⁺	$54.9_{\pm 26}$
$\omega(1420)^0$	100223	$1425_{\pm 25}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 0, 0, 0)	*	(0, 0) ⁻	1 ⁻⁻	$215_{\pm 35}$

Mésons sans saveurs (suite)

$$L_e, L_\mu, L_\tau, B, S, C, \tilde{B}, T = 0, I_3 = Q$$

$$I = 1 (\pi, b, \rho, a) : u\bar{d}, 1/\sqrt{2}(u\bar{u} - d\bar{d}), d\bar{u}$$

$$I = 0 (\eta, \eta', h, h', \omega, \phi, f, h) : c_1(u\bar{u} + d\bar{d}) + c_2s\bar{s}$$

Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_e, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \tilde{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	J^{PC}	$\Gamma(\text{MeV})$
$a_0(1420)^+$	10211	$1474_{\pm 19}$	1	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,1)^-$	1^-	$265_{\pm 13}$
$a_0(1420)^-$	-10211	$1474_{\pm 19}$	-1	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,-1)^-$	1^-	$265_{\pm 13}$
$a_0(1450)$	10111	$1474_{\pm 19}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,0)^-$	0^{++}	$265_{\pm 13}$
$\rho(1450)^+$	100213	$1465_{\pm 25}$	1	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,1)^+$	1^-	$400_{\pm 60}$
$\rho(1450)^-$	-100213	$1465_{\pm 25}$	-1	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,-1)^+$	1^-	$400_{\pm 60}$
$\rho(1450)^0$	100113	$1465_{\pm 25}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,0)^+$	1^{--}	$400_{\pm 60}$
$\eta(1475)$	100331	$1476_{\pm 4}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^+$	0^{-+}	$85_{\pm 9}$
$f_0(1500)$	9030221	$1505_{\pm 6}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^+$	0^{++}	$109_{\pm 7}$
$f_2'(1270)$	335	$1525_{\pm 5}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^+$	2^{++}	$73_{\pm 6}$
$\pi_1(1600)^+$	9010213	$1662_{\pm 9}$	1	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,1)^-$	1^-	$240_{\pm 40}$
$\pi_1(1600)^-$	-9010213	$1662_{\pm 9}$	-1	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,-1)^-$	1^-	$240_{\pm 40}$
$\pi_1(1600)^0$	9010113	$1662_{\pm 9}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,0)^-$	1^{-+}	$240_{\pm 40}$
$\eta_2(1645)$	10225	$1617_{\pm 5}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^+$	2^{-+}	$181_{\pm 11}$
$\omega(1650)$	30223	$1670_{\pm 30}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^-$	1^{--}	$315_{\pm 35}$
$\omega_3(1670)$	227	$1667_{\pm 4}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^-$	1^{--}	$168_{\pm 10}$
$\pi_2(1670)^+$	10215	$1672.2_{\pm 3}$	1	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,1)^-$	2^-	$260_{\pm 9}$
$\pi_2(1670)^-$	-10215	$1672.2_{\pm 3}$	-1	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,-1)^-$	2^-	$260_{\pm 9}$
$\pi_2(1670)^0$	10115	$1672.2_{\pm 3}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,0)^-$	2^{-+}	$260_{\pm 9}$
$\phi(1680)$	100333	$1680_{\pm 20}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^-$	1^{--}	$150_{\pm 50}$
$\rho_3(1690)^+$	217	$1688.8_{\pm 21}$	1	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,1)^+$	3^-	$161_{\pm 10}$
$\rho_3(1690)^-$	-217	$1688.8_{\pm 21}$	-1	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,-1)^+$	3^-	$161_{\pm 10}$
$\rho_3(1690)^0$	117	$1688.8_{\pm 21}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,0)^+$	3^{--}	$161_{\pm 10}$
$\rho(1700)^+$	30213	$1720_{\pm 20}$	1	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,1)^+$	1^-	$250_{\pm 100}$
$\rho(1700)^-$	-30213	$1720_{\pm 20}$	-1	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,-1)^+$	1^-	$250_{\pm 100}$
$\rho(1700)^0$	30113	$1720_{\pm 20}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,0)^+$	1^{--}	$250_{\pm 100}$
$f_0(1710)$	10331	$1722_{\pm 6}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^+$	0^{++}	$135_{\pm 7}$
$\pi(1800)^+$	9010211	$1812_{\pm 12}$	1	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,1)^-$	0^-	$208_{\pm 12}$
$\pi(1800)^-$	-9010211	$1812_{\pm 12}$	-1	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,-1)^-$	0^-	$208_{\pm 12}$
$\pi(1800)^0$	9010111	$1812_{\pm 12}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,0)^-$	0^{-+}	$208_{\pm 12}$
$\phi_3(1850)$	337	$1854_{\pm 7}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^-$	3^{--}	$87_{\pm 28}$
$\pi_2(1880)^+$	20215	$1895_{\pm 14}$	1	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,1)^-$	0^-	$235_{\pm 34}$
$\pi_2(1880)^-$	-20215	$1895_{\pm 14}$	-1	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,-1)^-$	0^-	$235_{\pm 34}$
$\pi_2(1880)^0$	20115	$1895_{\pm 14}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,0)^-$	0^{-+}	$235_{\pm 34}$
$f_2(1950)$	9050225	$1944_{\pm 12}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^+$	2^{++}	$472_{\pm 18}$
$f_2(2010)$	9060225	$2010_{\pm 80}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^+$	2^{++}	$200_{\pm 60}$
$a_4(2040)^+$	229	$2018_{\pm 11}$	1	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,1)^-$	4^+	$237_{\pm 18}$
$a_4(2040)^-$	-229	$2018_{\pm 11}$	-1	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,-1)^-$	4^+	$237_{\pm 18}$
$a_4(2040)^0$	219	$1996_{\pm 10}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(1,0)^-$	4^{++}	$255_{\pm 28}$
$f_4(2050)$	9050225	$1944_{\pm 12}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^+$	4^{++}	$472_{\pm 18}$
$\phi(2170)$	200333	$2175_{\pm 15}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^-$	1^{--}	$61_{\pm 18}$
$f_2(2300)$	9080225	$2297_{\pm 28}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^+$	2^{++}	$150_{\pm 40}$
$f_2(2340)$	9090225	$2340_{\pm 60}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^+$	2^{++}	$320_{\pm 80}$

Mésons étranges

$$L_e, L_\mu, L_\tau, B, C, \tilde{B}, T = 0, I_3 = Q - 1/2 S$$

$$K^+ = u\bar{s}, \quad K^0 = d\bar{s}, \quad \bar{K}^0 = \bar{d}s, \quad K^- = \bar{u}s$$

$$K^{*+} = u\bar{s}, \quad K^{*0} = d\bar{s}, \quad \bar{K}^{*0} = \bar{d}s, \quad K^{*-} = \bar{u}s$$

Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_e, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \tilde{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	J^{PC}	$\Gamma(\text{MeV})$
K^+	321	$493.677_{\pm 16}$	1	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	0^-	$5.3170_{\pm 90} \times 10^{-14}$
K^-	-321	$493.677_{\pm 16}$	-1	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	0^-	$5.3170_{\pm 90} \times 10^{-14}$
K^0	311	$497.614_{\pm 24}$	0	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	0^-	*
\bar{K}^0	-311	$497.614_{\pm 24}$	0	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	0^-	*
K_S	310	$497.614_{\pm 24}$	0	(0,0,0)	0	(* , 0, 0, 0)	*	*	0^-	$7.3508_{\pm 29} \times 10^{-12}$
K_L	130	$497.614_{\pm 24}$	0	(0,0,0)	0	(* , 0, 0, 0)	*	*	0^-	$1.2870_{\pm 50} \times 10^{-14}$
$K^*(892)^+$	323	$891.66_{\pm 26}$	1	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	1^-	$50.8_{\pm 9}$
$K^*(892)^-$	-323	$891.66_{\pm 26}$	-1	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	1^-	$50.8_{\pm 9}$
$K^*(892)^0$	313	$895.81_{\pm 19}$	0	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	1^-	$47.4_{\pm 6}$
$\bar{K}^*(892)^0$	-313	$895.81_{\pm 19}$	0	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	1^-	$47.4_{\pm 6}$
$K_1(1270)^+$	10323	$1272_{\pm 7}$	0	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	1^+	$90_{\pm 20}$
$K_1(1270)^-$	-10323	$1272_{\pm 7}$	0	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	1^+	$90_{\pm 20}$
$K_1(1270)^0$	10313	$1272_{\pm 7}$	0	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	1^+	$90_{\pm 20}$
$\bar{K}_1(1270)^0$	-10313	$1272_{\pm 7}$	0	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	1^+	$90_{\pm 20}$
$K_1(1400)^+$	20323	$1403_{\pm 7}$	0	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	1^+	$174_{\pm 13}$
$K_1(1400)^-$	-20323	$1403_{\pm 7}$	0	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	1^+	$174_{\pm 13}$
$K_1(1400)^0$	20313	$1403_{\pm 7}$	0	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	1^+	$174_{\pm 13}$
$\bar{K}_1(1400)^0$	-20313	$1403_{\pm 7}$	0	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	1^+	$174_{\pm 13}$
$K^*(1410)^+$	100323	$1414_{\pm 15}$	0	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	1^-	$232_{\pm 21}$
$K^*(1410)^-$	-100323	$1414_{\pm 15}$	0	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	1^-	$232_{\pm 21}$
$K^*(1410)^0$	100313	$1414_{\pm 15}$	0	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	1^-	$232_{\pm 21}$
$\bar{K}^*(1410)^0$	-100313	$1414_{\pm 15}$	0	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	1^-	$232_{\pm 21}$
$K_0^*(1430)^+$	10321	$1430_{\pm 50}$	0	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	0^+	$270_{\pm 80}$
$K_0^*(1430)^-$	-10321	$1430_{\pm 50}$	0	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	0^+	$270_{\pm 80}$
$K_0^*(1430)^0$	10311	$1430_{\pm 50}$	0	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	0^+	$270_{\pm 80}$
$\bar{K}_0^*(1430)^0$	-10311	$1430_{\pm 50}$	0	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	0^+	$270_{\pm 80}$
$K_2^*(1430)^+$	325	$1425.6_{\pm 15}$	1	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	2^+	$98.5_{\pm 27}$
$K_2^*(1430)^-$	-325	$1425.6_{\pm 15}$	-1	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	2^+	$98.5_{\pm 27}$
$K_2^*(1430)^0$	315	$1432.4_{\pm 13}$	0	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	2^+	$109_{\pm 5}$
$\bar{K}_2^*(1430)^0$	-315	$1432.4_{\pm 13}$	0	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	2^+	$109_{\pm 5}$
$K^*(1680)^+$	30323	$1717_{\pm 27}$	1	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	1^-	$320_{\pm 110}$
$K^*(1680)^-$	-30323	$1717_{\pm 27}$	-1	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	1^-	$320_{\pm 110}$
$K^*(1680)^0$	30313	$1717_{\pm 27}$	0	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	1^-	$320_{\pm 110}$
$\bar{K}^*(1680)^0$	-30313	$1717_{\pm 27}$	0	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	1^-	$320_{\pm 110}$
$K_2(1770)^+$	10325	$1773_{\pm 8}$	1	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	2^-	$186_{\pm 14}$
$K_2(1770)^-$	-10325	$1773_{\pm 8}$	-1	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	2^-	$186_{\pm 14}$
$K_2(1770)^0$	10315	$1773_{\pm 8}$	0	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	2^-	$186_{\pm 14}$
$\bar{K}_2(1770)^0$	-10315	$1773_{\pm 8}$	0	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	2^-	$186_{\pm 14}$
$K_3(1780)^+$	327	$1776_{\pm 7}$	1	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	3^-	$159_{\pm 21}$
$K_3(1780)^-$	-327	$1776_{\pm 7}$	-1	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	3^-	$159_{\pm 21}$
$K_3(1780)^0$	317	$1776_{\pm 7}$	0	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	3^-	$159_{\pm 21}$
$\bar{K}_3(1780)^0$	-317	$1776_{\pm 7}$	0	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	3^-	$159_{\pm 21}$
$K_2(1820)^+$	20325	$1816_{\pm 13}$	1	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	2^-	$276_{\pm 35}$
$K_2(1820)^-$	-20325	$1816_{\pm 13}$	-1	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	2^-	$276_{\pm 35}$
$K_2(1820)^0$	20315	$1816_{\pm 13}$	0	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	2^-	$276_{\pm 35}$
$\bar{K}_2(1820)^0$	-20315	$1816_{\pm 13}$	0	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	2^-	$276_{\pm 35}$
$K_4^*(2045)^+$	329	$2045_{\pm 9}$	1	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	4^-	$198_{\pm 30}$
$K_4^*(2045)^-$	-329	$2045_{\pm 9}$	-1	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	4^-	$198_{\pm 30}$
$K_4^*(2045)^0$	319	$2045_{\pm 9}$	0	(0,0,0)	0	(1,0,0,0)	*	(1/2, -1/2)	4^-	$198_{\pm 30}$
$\bar{K}_4^*(2045)^0$	-319	$2045_{\pm 9}$	0	(0,0,0)	0	(-1,0,0,0)	*	(1/2, 1/2)	4^-	$198_{\pm 30}$

Mésons charmés ($C = \pm 1$)

$$L_e, L_\mu, L_\tau, B, S, \tilde{B}, T = 0, I_3 = Q - 1/2C$$

$$D^+ = c\bar{d}, \quad D^0 = c\bar{u}, \quad \bar{D}^0 = \bar{c}u, \quad D^- = \bar{c}d$$

Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_e, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \tilde{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	J^{PC}	$\Gamma(\text{MeV})$
D^+	411	$1869.61_{\pm 1}$	1	(0, 0, 0)	0	(0, 1, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	0^-	$6.330_{\pm 40} \times 10^{-10}$
D^-	-411	$1869.61_{\pm 1}$	-1	(0, 0, 0)	0	(0, -1, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	0^-	$6.330_{\pm 40} \times 10^{-10}$
D^0	421	$1864.84_{\pm 7}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 1, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	0^-	$1.6050_{\pm 60} \times 10^{-9}$
\bar{D}^0	-421	$1864.84_{\pm 7}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, -1, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	0^-	$1.6050_{\pm 60} \times 10^{-9}$
$D^*(2007)^0$	423	$2006.96_{\pm 1}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 1, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	0^-	*
$\bar{D}^*(2007)^0$	-423	$2006.96_{\pm 1}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, -1, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	0^-	*
$D^*(2010)^+$	413	$2010.26_{\pm 7}$	1	(0, 0, 0)	0	(0, 1, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	0^-	$0.0834_{\pm 18}$
$D^*(2010)^-$	-413	$2010.26_{\pm 7}$	-1	(0, 0, 0)	0	(0, -1, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	0^-	$0.0834_{\pm 18}$
$D_1(2400)^0$	10411	$2318_{\pm 29}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 1, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	1^+	$270_{\pm 40}$
$\bar{D}_1(2400)^0$	-10411	$2318_{\pm 29}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, -1, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	1^+	$270_{\pm 40}$
$D_1(2400)^0$	10421	$2318_{\pm 29}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 1, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	1^+	$270_{\pm 40}$
$\bar{D}_1(2400)^0$	-10421	$2318_{\pm 29}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, -1, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	1^+	$270_{\pm 40}$
$D_1(2420)^0$	10423	$2421.4_{\pm 6}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 1, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	1^+	$27.4_{\pm 25}$
$\bar{D}_1(2420)^0$	10423	$2421.4_{\pm 6}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, -1, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	1^+	$27.4_{\pm 25}$
$D_2^*(2460)^+$	415	$2464.3_{\pm 16}$	1	(0, 0, 0)	0	(0, 1, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	2^+	$37_{\pm 6}$
$D_2^*(2460)^-$	-415	$2464.3_{\pm 16}$	-1	(0, 0, 0)	0	(0, 1, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	2^+	$37_{\pm 6}$
$D_2^*(2460)^0$	425	$2462.6_{\pm 6}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, 1, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	1^2	$49_{\pm 13}$
$\bar{D}_2^*(2460)^0$	-425	$2462.6_{\pm 6}$	0	(0, 0, 0)	0	(0, -1, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	1^2	$49_{\pm 13}$

Mésons étranges charmés ($S = C = \pm 1$)

$$L_e, L_\mu, L_\tau, B, S, \tilde{B}, T, I_3 = 0$$

$$D_s^+ = c\bar{s}, \quad D_s^- = \bar{c}s, \quad D_s^{*+} = c\bar{s}, \quad D_s^{*-} = \bar{c}s$$

Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_e, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \tilde{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	J^{PC}	$\Gamma(\text{MeV})$
D_s^+	431	$1968.3_{\pm 11}$	1	(0,0,0)	0	(1,1,0,0)	*	(0,0)	0^-	$1.317_{\pm 19} \times 10^{-9}$
D_s^-	-431	$1968.3_{\pm 11}$	-1	(0,0,0)	0	(-1,-1,0,0)	*	(0,0)	0^-	$1.317_{\pm 19} \times 10^{-9}$
$D_{s0}^*(2317)^+$	10431	$2317.7_{\pm 6}$	1	(0,0,0)	0	(1,1,0,0)	*	(0,0)	0^+	*
$D_{s0}^*(2317)^-$	-10431	$2317.7_{\pm 6}$	-1	(0,0,0)	0	(-1,-1,0,0)	*	(0,0)	0^+	*
$D_{s1}(2460)^+$	20433	$2459.5_{\pm 6}$	1	(0,0,0)	0	(1,1,0,0)	*	(0,0)	1^+	*
$D_{s1}(2460)^-$	-20433	$2459.5_{\pm 6}$	-1	(0,0,0)	0	(-1,-1,0,0)	*	(0,0)	1^+	*
$D_{s1}(2536)^+$	10433	$2535.1_{\pm 8}$	1	(0,0,0)	0	(1,1,0,0)	*	(0,0)	1^+	$0.92_{\pm 5}$
$D_{s1}(2536)^-$	-10433	$2535.1_{\pm 8}$	-1	(0,0,0)	0	(-1,-1,0,0)	*	(0,0)	1^+	$0.92_{\pm 5}$
$D_{s2}(2573)^+$	435	$2571.9_{\pm 8}$	1	(0,0,0)	0	(1,1,0,0)	*	(0,0)	*	$17_{\pm 4}$
$D_{s2}(2573)^-$	-435	$2571.9_{\pm 8}$	-1	(0,0,0)	0	(-1,-1,0,0)	*	(0,0)	*	$17_{\pm 4}$
$D_{s1}^*(2700)^+$	*	$2709.0_{\pm 40}$	1	(0,0,0)	0	(1,1,0,0)	*	(0,0)	1^-	*
$D_{s1}^*(2700)^-$	*	$2709.0_{\pm 40}$	-1	(0,0,0)	0	(-1,-1,0,0)	*	(0,0)	1^-	*

Mésons beaux ($\tilde{B} = \pm 1$)

$$L_e, L_\mu, L_\tau, B, S, \tilde{B}, T = 0, I_3 = Q - 1/2\tilde{B}$$

$$B^+ = u\bar{b}, \quad B^0 = d\bar{b}, \quad \tilde{B}^0 = \bar{u}b, \quad B^- = \bar{u}b$$

Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_e, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \tilde{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	J^{PC}	$\Gamma(\text{MeV})$
B^+	521	$5279.26_{\pm 17}$	1	(0,0,0)	0	(0,0,1,0)	*	(1/2,1/2)	0^-	$4.018_{\pm 10} \times 10^{-10}$
B^-	-521	$5279.26_{\pm 17}$	-1	(0,0,0)	0	(0,0,-1,0)	*	(1/2,-1/2)	0^-	$4.018_{\pm 10} \times 10^{-10}$
B^0	511	$5279.58_{\pm 17}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,1,0)	*	(1/2,-1/2)	0^-	$4.333_{\pm 14} \times 10^{-10}$
\tilde{B}^0	-511	$5279.58_{\pm 17}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,-1,0)	*	(1/2,1/2)	0^-	$4.333_{\pm 14} \times 10^{-10}$
B^{*0}	513	$5325.2_{\pm 4}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(1/2,-1/2)	1^-	*
\tilde{B}^{*0}	-513	$5325.2_{\pm 4}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(1/2,1/2)	1^-	*
$B_1(5721)^0$	*	$5720.7_{\pm 27}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(1/2,0)	1^+	*
$B_2^*(5747)^+$	525	$5743_{\pm 5}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(1/2,1/2)	2^+	$23_{\pm 11}$
$B_2^*(5747)^-$	-525	$5743_{\pm 5}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(1/2,-1/2)	2^+	$23_{\pm 11}$
$B_2^*(5747)^0$	515	$5743_{\pm 5}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(1/2,-1/2)	2^+	$23_{\pm 11}$
$\tilde{B}_2^*(5747)^0$	-515	$5743_{\pm 5}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(1/2,1/2)	2^+	$23_{\pm 11}$

Mésons étranges beaux ($\tilde{B} = \pm 1, S = \mp 1$)

$$L_e, L_\mu, L_\tau, B, C, T = 0, I_3 = Q$$

$$B_s^0 = s\bar{b}, \quad B_s^0 = \bar{s}b, \quad B_s^{*0} = s\bar{b}, \quad B_s^{*0} = \bar{s}b$$

Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_e, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \tilde{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	J^{PC}	$\Gamma(\text{MeV})$
B_s^0	531	$5366.77_{\pm 24}$	0	(0,0,0)	0	(-1,0,1,0)	*	(0,0)	0^-	$4.353_{\pm 20} \times 10^{-10}$
B_s^{*0}	533	$5415.4_{\pm 24}$	0	(0,0,0)	0	(-1,0,1,0)	*	(0,0)	1^-	*
$B_{s1}(5830)^0$	*	$5829.4_{\pm 7}$	0	(0,0,0)	0	(-1,0,1,0)	*	(0,0)	1^+	*
$B_{s2}^{*0}(5840)^0$	535	$5839.96_{\pm 2}$	0	(0,0,0)	0	(-1,0,1,0)	*	(0,0)	2^+	$1.6_{\pm 5}$

Mésons charmés beaux ($\widetilde{B} = \pm 1, C = \pm 1$)

$$L_e, L_\mu, L_\tau, B, S, T, I_3 = 0$$

$$B_c^+ = c\bar{b}, \quad B_c^- = \bar{c}b, \quad B_c^{*+} = c\bar{b}, \quad B_c^{*-} = \bar{c}b$$

Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_e, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \widetilde{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	J^{PC}	$\Gamma(\text{MeV})$
B_c^+	541	$6275.6_{\pm 11}$	1	(0,0,0)	0	(0,1,-1,0)	*	(0,0)	0^-	$1.46_{\pm 11} \times 10^{-9}$
B_c^-	-541	$6275.6_{\pm 11}$	-1	(0,0,0)	0	(0,-1,1,0)	*	(0,0)	0^-	$1.46_{\pm 11} \times 10^{-9}$

Mésons $c\bar{c}$ $L_e, L_\mu, L_\tau, B, S, C, \tilde{B}, T, I_3, Q = 0$
 $c\bar{c}$

Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_e, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \tilde{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	J^{PC}	$\Gamma(\text{MeV})$
$\eta_c(1S)$	441	$2983.6_{\pm 7}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(0,0) ⁺	0 ⁻⁺	$32.2_{\pm 9}$
$J/\Psi(1S)$	443	$3096.916_{\pm 11}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(0,0) ⁻	1 ⁻⁻	$0.0929_{\pm 28}$
$\chi_{c0}(1P)$	10441	$3414.75_{\pm 31}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(0,0) ⁺	0 ⁺⁺	$10.5_{\pm 6}$
$\chi_{c1}(1P)$	20443	$3510.66_{\pm 7}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(0,0) ⁺	1 ⁺⁺	$0.84_{\pm 4}$
$h_c(1P)$	10443	$3525.38_{\pm 11}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(0,0) ⁺	0 ⁺⁺	$0.7_{\pm 4}$
$\chi_{c2}(1P)$	445	$3556.2_{\pm 9}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(0,0) ⁺	2 ⁺⁺	$1.93_{\pm 11}$
$\eta_c(2S)$	100441	$3639.4_{\pm 13}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(0,0) ⁺	0 ⁺⁻	$11.3_{\pm 32}$
$\Psi(2S)$	100443	$3686.109_{\pm 14}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(0,0) ⁻	1 ⁻⁻	$0.299_{\pm 8}$
$\Psi(3770)$	30443	$3773.15_{\pm 33}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(0,0) ⁻	1 ⁻⁻	$27.2_{\pm 1}$
$\chi_{c0}(2P)$	*	$3556.20_{\pm 9}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(0,0) ⁺	2 ⁺⁺	$20._{\pm 5}$
$\chi_{c2}(2P)$	100445	$3927.2_{\pm 26}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(0,0) ⁺	2 ⁺⁺	$24_{\pm 6}$
$\Psi(4040)$	9000443	$4039_{\pm 1}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(0,0) ⁻	1 ⁻⁻	$80_{\pm 10}$
$\Psi(4160)$	9010443	$4191_{\pm 5}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(0,0) ⁻	1 ⁻⁻	$70_{\pm 10}$
$\Psi(4415)$	9020443	$4421_{\pm 4}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	(0,0) ⁻	1 ⁻⁻	$62_{\pm 20}$

Mésons $b\bar{b}$

$$L_e, L_\mu, L_\tau, B, S, \tilde{B}, T, I_3, Q = 0$$

$$b\bar{b}$$

Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_e, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \tilde{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	J^{PC}	$\Gamma(\text{MeV})$
$\Upsilon(1S)$	553	$9460.3_{\pm 26}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^-$	1^{--}	$0.054_{\pm 13}$
$\chi_{b0}(1P)$	10551	$9859.4_{\pm 5}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^+$	0^{++}	*
$\chi_{b1}(1P)$	20553	$9892.8_{\pm 4}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^+$	1^{++}	*
$h_b(1P)$	10553	$9899.3_{\pm 1}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	*	1^{+-}	*
$\chi_{b2}(1P)$	555	$9912.2_{\pm 4}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^+$	2^{++}	*
$\Upsilon(2S)$	100553	$10023.26_{\pm 31}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^-$	1^{--}	$0.032_{\pm 26}$
$\Upsilon(1D)$	30553	$10163.7_{\pm 14}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^-$	2^{--}	*
$\chi_{b0}(2P)$	110551	$10232.5_{\pm 6}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^+$	0^{++}	*
$\chi_{b1}(2P)$	120553	$10255.5_{\pm 5}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^+$	1^{++}	*
$\chi_{b2}(2P)$	100555	$10268.6_{\pm 5}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^+$	2^{++}	*
$\Upsilon(3S)$	200553	$10355.2_{\pm 5}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^-$	1^{--}	$0.0203_{\pm 19}$
$\Upsilon(4S)$	300553	$10579.4_{\pm 12}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^-$	1^{--}	$20.5_{\pm 25}$
$\Upsilon(10860)$	9000553	$10876_{\pm 11}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^-$	1^{--}	$55_{\pm 28}$
$\Upsilon(11020)$	9010553	$11019_{\pm 8}$	0	(0,0,0)	0	(0,0,0,0)	*	$(0,0)^-$	1^{--}	$79_{\pm 16}$

C.1.3 Hadrons: Les baryons

Les baryons sont des états liés de trois quarks. On les classe suivant les saveurs de quarks qu'ils contiennent. Ainsi on aura des baryons dits:

- baryons légers ($S = 0, I = 1/2$),
- baryons Δ , ($S = 0, I = 3/2$),
- baryons Λ , ($S = -1, I = 0$),
- baryons Σ , ($S = -1, I = 1$),
- baryons Ξ ($S = -2, I = 1/2$),
- Baryons Ω ($S = -3, I = 0$),
- Baryons charmés ($C = +1$),
- Baryons beaux ($\bar{B} = -1$).

Baryons légers ($S = 0, I = 1/2$)

$$L_e, L_\mu, L_\tau, S, C, \bar{B}, T = 0, B = 1, I_3 = Q - 1/2$$

$$p, N^+ = uud, \quad n, N^0 = udd$$

Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_e, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \bar{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	J^{PC}	$\Gamma(\text{MeV})$
p	2212	$938.272046_{\pm 21}$	1	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$1/2^+$	*
n	2112	$939.565379_{\pm 21}$	0	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$1/2^+$	$7.477_{\pm 10} \times 10^{-25}$
$N(1440)^+$	12212	$1430_{\pm 20}$	1	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$1/2^+$	$350_{\pm 100}$
$N(1440)^0$	12112	$1430_{\pm 20}$	0	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$1/2^+$	$350_{\pm 100}$
$N(1520)^+$	2124	$1515_{\pm 5}$	1	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$3/2^-$	$115_{\pm 15}$
$N(1520)^0$	1214	$1515_{\pm 5}$	0	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$3/2^-$	$115_{\pm 15}$
$N(1535)^+$	22212	$1535_{\pm 10}$	1	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$1/2^-$	$150_{\pm 25}$
$N(1535)^0$	22112	$1535_{\pm 10}$	0	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$1/2^-$	$150_{\pm 25}$
$N(1650)^+$	32212	$1655_{\pm 15}$	1	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$1/2^-$	$140_{\pm 30}$
$N(1650)^0$	32112	$1655_{\pm 15}$	0	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$1/2^-$	$140_{\pm 30}$
$N(1675)^+$	2216	$1675_{\pm 5}$	1	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$5/2^-$	$150_{\pm 20}$
$N(1675)^0$	2116	$1675_{\pm 5}$	0	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$5/2^-$	$150_{\pm 20}$
$N(1680)^+$	12216	$1685_{\pm 5}$	1	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$5/2^+$	$130_{\pm 10}$
$N(1680)^0$	12116	$1685_{\pm 5}$	0	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$5/2^+$	$130_{\pm 10}$
$N(1700)^+$	22124	$1700_{\pm 50}$	1	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$3/2^-$	$150_{\pm 100}$
$N(1700)^0$	22124	$1700_{\pm 50}$	0	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$3/2^-$	$150_{\pm 100}$
$N(1710)^+$	42212	$1710_{\pm 30}$	1	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$1/2^+$	$100_{\pm 150}$
$N(1710)^0$	42112	$1710_{\pm 30}$	0	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$1/2^+$	$100_{\pm 150}$
$N(1720)^+$	32124	$1720_{\pm 30}$	1	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$3/2^+$	$250_{\pm 150}$
$N(1720)^0$	312144	1720	0	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$3/2^+$	150 – 300
$N(1875)^+$	*	1875	1	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$3/2^-$	150 – 300
$N(1875)^0$	*	1875	0	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$3/2^-$	150 – 300
$N(1900)^+$	*	1900	1	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$3/2^+$	150 – 300
$N(1900)^0$	*	1900	0	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$3/2^+$	150 – 300
$N(2190)^+$	2128	$2190_{\pm 90}$	1	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$7/2^-$	$500_{\pm 200}$
$N(2190)^0$	1218	$2190_{\pm 90}$	0	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$7/2^-$	$500_{\pm 200}$
$N(2220)^+$	*	2200	1	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$9/2^+$	350 – 500
$N(2220)^0$	*	2200	0	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$9/2^+$	350 – 500
$N(2250)^+$	*	2250	1	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$9/2^+$	230 – 800
$N(2250)^0$	*	2250	0	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$9/2^+$	230 – 800
$N(2600)^+$	*	2600	1	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$11/2^+$	500 – 800
$N(2600)^0$	*	2600	0	(0, 0, 0)	1	(0, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$11/2^+$	500 – 800

Baryons Δ ($S = 0, I = 3/2$)

$$L_e, L_\mu, L_\tau, S, C, \tilde{B}, T = 0, B = 1, I_3 = Q - 1/2$$

$$\Delta^{++} = uuu, \quad \Delta^+ = uud, \quad \Delta^0 = udd, \quad \Delta^- = ddd$$

Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_e, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \tilde{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	J^{P^C}	$\Gamma(\text{MeV})$
$\Delta(1232)^-$	1114	$1232_{\pm 2}$	-1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, -3/2)$	$3/2^+$	$117_{\pm 3}$
$\Delta(1232)^0$	2114	$1232_{\pm 2}$	0	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, -1/2)$	$3/2^+$	$117_{\pm 3}$
$\Delta(1232)^+$	2214	$1232_{\pm 2}$	1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, 1/2)$	$3/2^+$	$117_{\pm 3}$
$\Delta(1232)^{++}$	2224	$1232_{\pm 2}$	2	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, 3/2)$	$3/2^+$	$117_{\pm 3}$
$\Delta(1600)^-$	31114	$1600_{\pm 100}$	-1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, -3/2)$	$3/2^+$	$320_{\pm 100}$
$\Delta(1600)^0$	32114	$1600_{\pm 100}$	0	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, -1/2)$	$3/2^+$	$320_{\pm 100}$
$\Delta(1600)^+$	32214	$1600_{\pm 100}$	1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, 1/2)$	$3/2^+$	$320_{\pm 100}$
$\Delta(1600)^{++}$	32224	$1600_{\pm 100}$	2	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, 3/2)$	$3/2^+$	$320_{\pm 100}$
$\Delta(1620)^-$	1112	$1630_{\pm 30}$	-1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, -3/2)$	$1/2^-$	$140_{\pm 10}$
$\Delta(1620)^0$	1212	$1630_{\pm 30}$	0	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, -1/2)$	$1/2^-$	$140_{\pm 10}$
$\Delta(1620)^+$	2122	$1630_{\pm 30}$	1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, 1/2)$	$1/2^-$	$140_{\pm 10}$
$\Delta(1620)^{++}$	2222	$1630_{\pm 30}$	2	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, 3/2)$	$1/2^-$	$140_{\pm 10}$
$\Delta(1700)^-$	11114	$1700_{\pm 50}$	-1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, -3/2)$	$3/2^-$	$300_{\pm 100}$
$\Delta(1700)^0$	12114	$1700_{\pm 50}$	0	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, -1/2)$	$3/2^-$	$300_{\pm 100}$
$\Delta(1700)^+$	12214	$1700_{\pm 50}$	1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, 1/2)$	$3/2^-$	$300_{\pm 100}$
$\Delta(1700)^{++}$	12224	$1700_{\pm 50}$	2	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, 3/2)$	$3/2^-$	$300_{\pm 100}$
$\Delta(1905)^-$	1116	$1880_{\pm 30}$	-1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, -3/2)$	$5/2^+$	$330_{\pm 70}$
$\Delta(1905)^0$	2116	$1675_{\pm 5}$	0	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, -1/2)$	$5/2^+$	$150_{\pm 20}$
$\Delta(1905)^+$	2216	$1675_{\pm 5}$	1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, 1/2)$	$5/2^+$	$150_{\pm 20}$
$\Delta(1905)^{++}$	2226	$1880_{\pm 30}$	2	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, 3/2)$	$5/2^+$	$330_{\pm 70}$
$\Delta(1910)^-$	21112	$1890_{\pm 30}$	-1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, -3/2)$	$1/2^+$	$280_{\pm 60}$
$\Delta(1910)^0$	22112	$1535_{\pm 10}$	0	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, -1/2)$	$1/2^+$	$150_{\pm 25}$
$\Delta(1910)^+$	22212	$1535_{\pm 10}$	1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, 1/2)$	$1/2^+$	$150_{\pm 25}$
$\Delta(1910)^{++}$	22222	$1890_{\pm 30}$	2	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, 3/2)$	$1/2^+$	$280_{\pm 60}$
$\Delta(1920)^-$	21114	$1920_{\pm 50}$	-1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, -3/2)$	$3/2^+$	$260_{\pm 80}$
$\Delta(1920)^0$	22114	$1920_{\pm 50}$	0	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, -1/2)$	$3/2^+$	$260_{\pm 80}$
$\Delta(1920)^+$	22214	$1920_{\pm 50}$	1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, 1/2)$	$3/2^+$	$260_{\pm 80}$
$\Delta(1920)^{++}$	22224	$1920_{\pm 50}$	2	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, 3/2)$	$3/2^+$	$260_{\pm 80}$
$\Delta(1930)^-$	11116	$1950_{\pm 50}$	-1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, -3/2)$	$5/2^-$	$360_{\pm 140}$
$\Delta(1930)^0$	12116	$1685_{\pm 5}$	0	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, -1/2)$	$5/2^-$	$130_{\pm 10}$
$\Delta(1930)^+$	12216	$1685_{\pm 5}$	1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, 1/2)$	$5/2^-$	$130_{\pm 10}$
$\Delta(1930)^{++}$	12226	$1950_{\pm 50}$	2	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, 3/2)$	$5/2^-$	$360_{\pm 140}$
$\Delta(1950)^-$	1118	$1930_{\pm 20}$	-1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, -3/2)$	$7/2^+$	$280_{\pm 50}$
$\Delta(1950)^0$	2118	$1930_{\pm 20}$	0	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, -1/2)$	$7/2^+$	$280_{\pm 50}$
$\Delta(1950)^+$	2218	$1930_{\pm 20}$	1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, 1/2)$	$7/2^+$	$280_{\pm 50}$
$\Delta(1950)^{++}$	2228	$1930_{\pm 20}$	2	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, 3/2)$	$7/2^+$	$280_{\pm 50}$
$\Delta(2420)^-$	*	2420	-1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, -3/2)$	$11/2^+$	$300 - 500$
$\Delta(2420)^0$	*	2420	0	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, -1/2)$	$11/2^+$	$300 - 500$
$\Delta(2420)^+$	*	2420	1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, 1/2)$	$11/2^+$	$300 - 500$
$\Delta(2420)^{++}$	*	2420	2	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	$(3/2, 3/2)$	$11/2^+$	$300 - 500$

Baryons Λ ($S = -1, I = 0$)

$$L_e, L_\mu, L_\tau, C, \tilde{B}, T, I_3, Q = 0, B = 1$$

$$\Lambda^0 = uds$$

Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_e, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \tilde{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	J^{P^C}	$\Gamma(\text{MeV})$
Λ	3122	$1115.683_{\pm 6}$	0	(0, 0, 0)	1	(-1, 0, 0, 0)	*	(0, 0)	$1/2^+$	$2.501_{\pm 19} \times 10^{-12}$
$\Lambda(1405)$	13122	$1405.1_{\pm 13}$	0	(0, 0, 0)	1	(-1, 0, 0, 0)	*	(0, 0)	$1/2^-$	$50.5_{\pm 2}$
$\Lambda(1520)$	3124	$1519.5_{\pm 1}$	0	(0, 0, 0)	1	(-1, 0, 0, 0)	*	(0, 0)	$3/2^-$	$15.6_{\pm 1}$
$\Lambda(1600)$	23122	$1600_{\pm 100}$	0	(0, 0, 0)	1	(-1, 0, 0, 0)	*	(0, 0)	$1/2^+$	$150_{\pm 100}$
$\Lambda(1670)$	33122	$1670_{\pm 10}$	0	(0, 0, 0)	1	(-1, 0, 0, 0)	*	(0, 0)	$1/2^-$	$35_{\pm 15}$
$\Lambda(1690)$	13124	$1690_{\pm 5}$	0	(0, 0, 0)	1	(-1, 0, 0, 0)	*	(0, 0)	$3/2^-$	$60_{\pm 10}$
$\Lambda(1800)$	43122	$1800_{\pm 80}$	0	(0, 0, 0)	1	(-1, 0, 0, 0)	*	(0, 0)	$1/2^-$	$300_{\pm 100}$
$\Lambda(1810)$	53122	$1810_{\pm 60}$	0	(0, 0, 0)	1	(-1, 0, 0, 0)	*	(0, 0)	$1/2^+$	$150_{\pm 100}$
$\Lambda(1820)$	3126	$1820_{\pm 5}$	0	(0, 0, 0)	1	(-1, 0, 0, 0)	*	(0, 0)	$5/2^+$	$80_{\pm 10}$
$\Lambda(1830)$	13126	$1830_{\pm 20}$	0	(0, 0, 0)	1	(-1, 0, 0, 0)	*	(0, 0)	$5/2^-$	$95_{\pm 35}$
$\Lambda(1890)$	23124	$1890_{\pm 40}$	0	(0, 0, 0)	1	(-1, 0, 0, 0)	*	(0, 0)	$3/2^+$	$100_{\pm 100}$
$\Lambda(2100)$	3128	$2100_{\pm 10}$	0	(0, 0, 0)	1	(-1, 0, 0, 0)	*	(0, 0)	$7/2^-$	$200_{\pm 100}$
$\Lambda(2110)$	23126	$2110_{\pm 30}$	0	(0, 0, 0)	1	(-1, 0, 0, 0)	*	(0, 0)	$5/2^+$	$200_{\pm 50}$
$\Lambda(2350)$	*	2350	0	(0, 0, 0)	1	(-1, 0, 0, 0)	*	(0, 0)	$9/2^+$	100 – 250

Baryons Σ ($S = -1, I = 1$)

$$L_e, L_\mu, L_\tau, C, \tilde{B}, T = 0, B = 1, I_3 = Q$$

$$\Sigma^+ = uus, \quad \Sigma^0 = uds, \quad \Sigma^- = dds$$

Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_e, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \tilde{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	$J^{P\epsilon}$	$\Gamma(\text{MeV})$
Σ^-	3112	$1197.449_{\pm 5}$	-1	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,-1)	$1/2^+$	$4.450_{\pm 32} \times 10^{-12}$
Σ^0	3212	$1192.642_{\pm 24}$	0	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,0)	$1/2^+$	$0.0089_{\pm 9}$
Σ^+	3222	$1189.37_{\pm 7}$	1	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,1)	$1/2^+$	$8.209_{\pm 27} \times 10^{-12}$
$\Sigma(1385)^-$	3114	$1387.2_{\pm 5}$	-1	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,-1)	$3/2^+$	$39.4_{\pm 21}$
$\Sigma(1385)^0$	3214	$1383.7_{\pm 1}$	0	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,0)	$3/2^+$	$36_{\pm 5}$
$\Sigma(1385)^+$	3224	$1382.8_{\pm 35}$	1	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,1)	$3/2^+$	$36_{\pm 7}$
$\Sigma(1660)^-$	13112	$1660_{\pm 30}$	-1	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,-1)	$1/2^+$	$100_{\pm 100}$
$\Sigma(1660)^0$	13212	$1660_{\pm 30}$	0	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,0)	$1/2^+$	$100_{\pm 100}$
$\Sigma(1660)^+$	13222	$1660_{\pm 30}$	1	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,1)	$1/2^+$	$100_{\pm 100}$
$\Sigma(1670)^-$	13114	$1670_{\pm 15}$	-1	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,-1)	$3/2^-$	$60_{\pm 20}$
$\Sigma(1670)^0$	13214	$1670_{\pm 15}$	0	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,0)	$3/2^-$	$60_{\pm 20}$
$\Sigma(1670)^+$	13224	$1670_{\pm 15}$	1	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,1)	$3/2^-$	$60_{\pm 20}$
$\Sigma(1750)^-$	23112	$1750_{\pm 50}$	-1	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,-1)	$1/2^-$	$90_{\pm 70}$
$\Sigma(1750)^0$	23212	$1750_{\pm 50}$	0	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,0)	$1/2^-$	$90_{\pm 70}$
$\Sigma(1750)^+$	23222	$1750_{\pm 50}$	1	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,1)	$1/2^-$	$90_{\pm 70}$
$\Sigma(1775)^-$	3116	$1775_{\pm 5}$	-1	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,-1)	$5/2^-$	$120_{\pm 15}$
$\Sigma(1775)^0$	3216	$1775_{\pm 5}$	0	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,0)	$5/2^-$	$120_{\pm 15}$
$\Sigma(1775)^+$	3226	$1775_{\pm 5}$	1	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,1)	$5/2^-$	$120_{\pm 15}$
$\Sigma(1915)^-$	13116	$1915_{\pm 20}$	-1	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,-1)	$5/2^+$	$120_{\pm 40}$
$\Sigma(1915)^0$	13216	$1915_{\pm 20}$	0	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,0)	$5/2^+$	$120_{\pm 40}$
$\Sigma(1915)^+$	13226	$1915_{\pm 20}$	1	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,1)	$5/2^+$	$120_{\pm 40}$
$\Sigma(1940)^-$	23114	$1940_{\pm 40}$	-1	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,-1)	$3/2^-$	$220_{\pm 80}$
$\Sigma(1940)^0$	23214	$1940_{\pm 40}$	0	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,0)	$3/2^-$	$220_{\pm 80}$
$\Sigma(1940)^+$	23224	$1940_{\pm 40}$	1	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,1)	$3/2^-$	$220_{\pm 80}$
$\Sigma(2030)^-$	3118	$2030_{\pm 10}$	-1	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,-1)	$7/2^+$	$180_{\pm 30}$
$\Sigma(2030)^0$	3218	$2030_{\pm 10}$	0	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,0)	$7/2^+$	$180_{\pm 30}$
$\Sigma(2030)^+$	3228	$2030_{\pm 10}$	1	(0,0,0)	1	(-1,0,0,0)	*	(1,1)	$7/2^+$	$180_{\pm 30}$

Baryons Ξ ($S = -2, I = 1/2$)

$$L_c, L_\mu, L_\tau, C, \tilde{B}, T, B = 1, I_3 = Q + 1/2$$

$$\Xi^0 = uss, \Xi^- = dss$$

Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_c, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \tilde{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	$J^{P\mathcal{C}}$	$\Gamma(\text{MeV})$
Ξ^-	3312	$1321.71_{\pm 7}$	-1	(0, 0, 0)	1	(-2, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$1/2^+$	$4.020_{\pm 40} \times 10^{-12}$
Ξ^0	3322	$1314.86_{\pm 2}$	0	(0, 0, 0)	1	(-2, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$1/2^+$	$2.270_{\pm 70} \times 10^{-12}$
$\Xi(1530)^-$	3314	$1535_{\pm 6}$	-1	(0, 0, 0)	1	(-2, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$3/2^+$	$9.9_{\pm 19}$
$\Xi(1530)^0$	3324	$1531.8_{\pm 32}$	0	(0, 0, 0)	1	(-2, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$3/2^+$	$9.1_{\pm 5}$
$\Xi(1690)^-$	203312	$1690_{\pm 10}$	-1	(0, 0, 0)	1	(-2, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$3/2^-$	*
$\Xi(1690)^0$	203322	$1690_{\pm 10}$	0	(0, 0, 0)	1	(-2, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$3/2^-$	*
$\Xi(1820)^-$	13314	$1823_{\pm 5}$	-1	(0, 0, 0)	1	(-2, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$3/2^-$	$24_{\pm 15}$
$\Xi(1820)^0$	13324	$1823_{\pm 5}$	0	(0, 0, 0)	1	(-2, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$3/2^-$	$24_{\pm 15}$
$\Xi(1950)^-$	103316	$1950_{\pm 15}$	-1	(0, 0, 0)	1	(-2, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$3/2^-$	$60_{\pm 20}$
$\Xi(1950)^0$	103326	$1950_{\pm 15}$	0	(0, 0, 0)	1	(-2, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$3/2^-$	$60_{\pm 20}$
$\Xi(2030)^-$	203316	$2025_{\pm 5}$	-1	(0, 0, 0)	1	(-2, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$3/2^-$	$20_{\pm 15}$
$\Xi(2030)^0$	203326	$2025_{\pm 5}$	0	(0, 0, 0)	1	(-2, 0, 0, 0)	*	(1/2, 1/2)	$3/2^-$	$20_{\pm 15}$

Baryons Ω ($S = -3, I = 0$)

$$L_e, L_\mu, L_\tau, C, \tilde{B}, T, I_3 = 0, B = 1, Q = -1$$

$$\Omega^- = sss$$

Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_e, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \tilde{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	J^{PC}	$\Gamma(\text{MeV})$
Ω^-	3334	$1672.45_{\pm 29}$	-1	(0,0,0)	1	(-3, 0, 0, 0)	*	(0, 0)	$3/2^+$	*
$\Omega(2250)^-$	203338	$2252_{\pm 9}$	-1	(0,0,0)	1	(-2, 0, 0, 0)	*	(1/2, -1/2)	$3/2^-$	$55_{\pm 18}$

Baryons charmés ($C = +1$)

$$L_c, L_\mu, L_\tau, \tilde{B}, T = 0, B = 1, I_3 = Q - 1$$

$$\Lambda_c^+ = udc, \Sigma_c^{++} = uuc, \Sigma_c^+ = udc, \Sigma_c^0 = ddc, \Xi_c^+ = usc, \Xi_c^0 = dsc, \Omega^- = ssc$$

Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_e, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \tilde{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	J^{PC}	$\Gamma(\text{MeV})$
Λ_c^+	4122	$2286.46_{\pm 14}$	1	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(0,0)	$1/2^+$	$3.300_{\pm 90} \times 10^{-9}$
$\Lambda_c(2595)^+$	14122	$2592.25_{\pm 28}$	1	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(0,0)	$1/2^+$	$2.6_{\pm 6}$
$\Lambda_c(2625)^+$	104122	$2628.11_{\pm 19}$	1	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(0,0)	$1/2^+$	*
$\Lambda_c(2880)^+$	204126	$2881.53_{\pm 35}$	1	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(0,0)	$9/2^+$	$5.8_{\pm 11}$
$\Lambda_c(2940)^+$	*	$2939.3_{\pm 15}$	1	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(0,0)	$9/2^+$	$17_{\pm 80}$
$\Sigma_c(2455)^0$	4112	$2453.74_{\pm 16}$	0	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(1,-1)	$1/2^+$	$2.16_{\pm 26}$
$\Sigma_c(2455)^+$	4212	$2452.9_{\pm 4}$	1	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(1,0)	$1/2^+$	*
$\Sigma_c(2455)^{++}$	4222	$2453.98_{\pm 16}$	2	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(1,1)	$1/2^+$	$2.26_{\pm 25}$
$\Sigma_c(2520)^0$	4114	$2518.8_{\pm 6}$	2	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(1,-1)	$1/2^+$	$14.5_{\pm 15}$
$\Sigma_c(2520)^{++}$	4214	$2517.5_{\pm 23}$	2	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(1,1)	$1/2^+$	*
$\Sigma_c(2520)^+$	4224	$2517.9_{\pm 6}$	1	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(1,0)	$1/2^+$	$14.9_{\pm 15}$
$\Sigma_c(2800)^0$	4114	$2518.8_{\pm 6}$	0	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(1,-1)	1	$14.5_{\pm 15}$
$\Sigma_c(2800)^{++}$	4214	$2517.5_{\pm 23}$	2	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(1,1)	1	*
$\Sigma_c(2800)^+$	4224	$2517.9_{\pm 6}$	1	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(1,0)	1	$14.9_{\pm 15}$
Ξ_c^+	4232	$2467.8_{\pm 6}$	1	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(1/2,0)	$3/2^+$	$1.490_{\pm 90} \times 10^{-9}$
Ξ_c^0	4132	$2470.88_{\pm 8}$	0	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(1/2,-1)	$1/2^+$	$5.90_{\pm 60} \times 10^{-9}$
$\Xi_c^{'+}$	4322	$2575.6_{\pm 31}$	1	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(1/2,0)	$1/2^+$	*
$\Xi_c^{'0}$	4312	$2577.9_{\pm 29}$	0	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(1/2,-1)	$1/2^+$	*
$\Xi_c(2645)^0$	4314	$2645.9_{\pm 5}$	0	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(1/2,-1)	$3/2^+$	*
$\Xi_c(2645)^+$	4324	$2645.9_{\pm 6}$	1	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(1/2,0)	$3/2^+$	*
$\Xi_c(2790)^0$	104314	$2791.8_{\pm 33}$	0	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(1/2,-1)	$1/2^-$	*
$\Xi_c(2790)^+$	104324	$2789.1_{\pm 32}$	1	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(1/2,0)	$1/2^-$	*
$\Xi_c(2815)^0$	104312	$2819.6_{\pm 12}$	0	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(1/2,-1)	$3/2^-$	*
$\Xi_c(2815)^+$	104322	$2816.6_{\pm 9}$	1	(0,0,0)	1	(0,1,0,0)	*	(1/2,0)	$3/2^-$	*
Ω_c^0	4332	$2695.2_{\pm 17}$	0	(0,0,0)	1	(-2,1,0,0)	*	(0,-1)	$1/2^+$	$9.6_{\pm 21} \times 10^{-9}$
$\Omega_c(2770)^0$	4334	$2765.9_{\pm 2}$	0	(0,0,0)	1	(-2,1,0,0)	*	(0,-1)	$3/2^+$	*

Baryons beaux ($\tilde{B} = -1$)

$$L_e, L_\mu, L_\tau, S, C, T = 0, B = 1, I_3 = Q$$

$$\Lambda_c^+ = udc \quad \Sigma_c^{++} = uuc \quad \Sigma_c^+ = udc \quad \Sigma_c^0 = ddc \quad \Xi_c^+ = usc \quad \Xi_c^0 = dsc \quad \Omega^- = ssc$$

Particule	MCID	$M(\text{MeV})$	Q	(L_e, L_μ, L_τ)	B	(S, C, \tilde{B}, T)	(I^W, I_3^W)	$(I, I_3)^G$	$J^{P\ell}$	$\Gamma(\text{MeV})$
Λ_b^0	5122	$5619.5_{\pm 4}$	0	(0,0,0)	1	(0,0,-1,0)	*	(0,0)	$1/2^+$	$4.540_{\pm 40} \times 10^{-10}$
Σ_b^-	5112	$5815.5_{\pm 18}$	1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	(0,0)	$1/2^+$	$4.9_{\pm 33}$
Σ_b^+	5222	$5811.3_{\pm 19}$	1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	(0,0)	$1/2^+$	$9.7_{\pm 4}$
Σ_b^{*-}	5114	$5835.1_{\pm 19}$	1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	(0,0)	$3/2^+$	$7.5_{\pm 23}$
Σ_b^{*+}	5224	$5832.1_{\pm 19}$	1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	(0,0)	$3/2^+$	$11.5_{\pm 28}$
Ξ_b^-	5132	$5794.9_{\pm 9}$	1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	(0,0)	$1/2^+$	$4.20_{\pm 80} \times 10^{-10}$
Ξ_b^0	5232	$5793.1_{\pm 25}$	1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	(0,0)	$1/2^+$	$4.40_{\pm 60} \times 10^{-10}$
Ω_b^-	5332	$6048.8_{\pm 32}$	1	(0,0,0)	1	(0,0,0,0)	*	(0,0)	$1/2^+$	$5.7_{\pm 32} \times 10^{-10}$

C.2 Collisionneurs

Voici une liste partielle des collisionneurs. Pour une liste plus exhaustive ou plus à jour, se référer au site du Particle Data Group (voir <http://pdg.lbl.gov/>).

Collisionneurs				
	Projet/Laboratoire	Énergie (GeV)	Circonférence (km)	
e^+e^-	CESR-C (2002-2008) Cornell-Ithaca, USA	6 + 6		
	PEP-II (1999-2008) SLAC-Stanford, USA	12 + 4	2.2	
	KEKB (1999-2010) Tsukuba-KEK, Japon	8.33 + 3.64		
	SLC (1989-1998) SLAC-Stanford, USA	50 + 50		
	LEP I et II (1990-1999) CERN-Genève, Suisse	I: 45 + 45 II: 87 + 87	26.659	
	VEPP-2000 (2010-) Novosibirsk, Russie	1.0 + 1.0		
	$p\bar{p}, pp$	SppS (1981-1990) CERN-Genève, Suisse	315	6.911
		Tevatron (1987-2001) Fermilab-Batavia, USA	980 + 980	6.28
		LHC (2009-) CERN-Genève, Suisse	7000 + 7000	26.659
		SSC (Annulé) SSC-Waxahachie, USA	20000 + 20000	87.12
ep		HERA (1992-2007) DESY-Hambourg, All.	$e: 30 + p: 920$	6.336

C.3 Glossaire

- Accélérateur** : machine utilisée pour accélérer des particules à grande vitesse (et donc à grande énergie comparée à l'énergie de masse au repos).
- Anneau de collisions** : accélérateur circulaire dans lequel deux faisceaux se déplaçant en sens opposés sont dirigés l'un contre l'autre pour obtenir des collisions de hautes énergies entre les particules des 2 faisceaux.
- Annihilation** : phénomène durant lequel une particule rencontre son antiparticule et toutes deux disparaissent en créant de l'énergie. Cette énergie est convertie sous une autre forme, soit en une particule différente et son antiparticule (et leur énergie), soit en de nombreux hadrons, soit en un simple boson neutre. Les particules produites doivent être une combinaison permise par la conservation de l'énergie et de l'impulsion et de tous les types de charge.
- Antimatière** : matière faite d'antifermions. Nous appelons matière les fermions qui sont communs dans notre univers, et antimatière leurs antiparticules. L'asymétrie de l'univers entre ces deux catégories de particules est un mystère dont nous n'avons pas encore toutes les clés.
- Antiparticule** : à chaque type de fermion est associé un autre type de fermion qui a exactement la même masse mais une valeur opposée pour toutes les autres charges (nombre quantique). C'est ce que l'on appelle une antiparticule. Par exemple l'antiparticule d'un électron est une particule de charge électrique positive appelée positron. Les bosons ont également des antiparticules sauf ceux qui ont une valeur zéro pour toutes les charges, par exemple un photon ou un boson composé d'un quark et de son antiquark correspondant. Dans ce cas, il n'y a pas de distinction entre la particule et l'antiparticule.
- Antiquark** : antiparticule d'un quark.
- Astrophysique** : la physique des objets astronomiques tels les étoiles et les galaxies.
- Baryon** : hadron constitué de trois quarks. Le proton (uud) et le neutron (udd) sont tous deux des baryons.
- Boson** : particule qui a un moment angulaire intrinsèque entier mesuré en unité de \hbar (spin = 0, 1, 2, ...). Toutes les particules sont soit des fermions soit des bosons. Les particules constituées d'un nombre pair de fermions (quarks) sont également des bosons.
- Boson Z^0** : particule messagère de l'interaction faible. Elle est impliquée dans tous les processus d'interaction faible qui ne changent pas la saveur.
- Bosons W^+ , W^-** : particules messagères de l'interaction faible. Ils sont impliqués dans les processus d'interaction faible avec changement de la charge électrique.
- CERN** : le plus grand centre européen et international de recherche en physique des hautes énergies, situé près de Genève en Suisse. Ce complexe de laboratoires et d'accélérateurs est le site du futur plus grand collisionneur au monde, le LHC.
- Chambre à muons** : couches externes d'un détecteur de particules servant à enregistrer les traces des particules chargées. A l'exception des neutrinos sans masse, qui n'interagissent pas avec la chambre, seuls les muons atteignent cette couche depuis le point de collision.
- Charge** : nombre quantique porté par une particule. Détermine si une particule peut participer à un processus d'interaction. Une particule ayant une charge électrique a des interactions électromagnétiques, une particule ayant une charge de couleur a des interactions fortes, etc..
- Charge de couleur** : nombre quantique qui détermine la participation aux interactions fortes. Les quarks et les gluons portent des charges de couleurs non nulles.
- Charge électrique** : le nombre quantique qui détermine la participation aux interactions électromagnétiques.
- Collisionneur** : (voir Anneau de collision).
- Confinement** : propriété de l'interaction forte qui fait que les quarks ou les gluons ne sont jamais observés séparément mais seulement comme constituants d'objets composites de couleur neutre.
- Conservation** : lorsqu'une quantité (charge électrique, énergie, ou impulsion) est conservée, la valeur de cette quantité avant et après réaction entre particules est la même.
- Conservation de la charge** : la charge électrique est conservée dans tout processus de

transformation d'un groupe de particules en un autre.

Cosmologie : étude de l'histoire de l'Univers.

Désintégration : procédé durant lequel une particule disparaît et des particules différentes apparaissent à sa place. La somme des masses des particules produites est toujours inférieure à la masse de la particule originelle.

Électron (e) : particule de charge électrique négative et légère, donc éminemment stable. C'est le lepton le plus courant, avec une charge électrique de $-e$ (où e est la charge électrique élémentaire du proton).

Événement : ce qui se produit lorsque deux particules entrent en collision ou lorsqu'une particule se désintègre. Les théories concernant les particules prédisent la probabilité qu'un événement ait lieu lors d'une collision ou désintégration. Elles ne peuvent prédire ce qui résultera d'un événement particulier.

Expérience sur cible fixe : expérience durant laquelle un faisceau de particules issues d'un accélérateur est directement envoyé sur une cible au repos.

Faisceau : ensemble de particules produites par un accélérateur et habituellement émises par paquets.

Famille : ensemble de chaque type de quarks et de leptons, groupés en fonction de la masse. La première famille contient les quarks up et down (haut et bas), l'électron et le neutrino électron.

Fermilab : Fermi National Accelerator Laboratory à Batavia, Illinois (près de Chicago). A été appelé du nom du pionnier de la physique des particules, Enrico Fermi.

Fermion : toute particule ayant un spin demi-entier ($\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \dots$) mesuré en unités de \hbar . Comme conséquence de ces valeurs, les fermions obéissent au principe d'exclusion de Pauli, qui dit que deux fermions ne peuvent coexister dans le même état, au même moment. Beaucoup de propriétés de la matière ordinaire découlent de cette loi. Les électrons, les protons et les neutrons sont tous des fermions, ainsi que tous les constituants élémentaires de la matière: quarks et leptons.

Génération : (voir Famille).

Gluon : particule messagère des interactions fortes.

Graviton : en théorie, particule messagère de l'interaction gravitationnelle. Elle n'a pas encore été observée.

Hadron : particule faite de constituants d'interaction forte (quarks et gluons). On distingue les mésons (constitués d'un quark et d'un antiquark) et les baryons (constitués de trois quarks). De telles particules participent aux interactions résiduelles fortes.

Interaction : procédé durant lequel une particule se désintègre ou répond à une force due à la présence d'une autre particule (comme dans une collision). Ce terme est également utilisé pour décrire les propriétés sous-jacentes de la théorie qui est responsable de tels effets.

Interaction électrofaible : dans le Modèle Standard, les interactions électromagnétique et faible sont unifiées; les physiciens parlent donc d'interaction électrofaible pour inclure les deux.

Interaction électromagnétique : interaction entre particules ayant une charge électrique, par l'échange d'un photon; ceci inclut les interactions magnétiques.

Interaction faible : responsable de tous les procédés dans lesquels la saveur change, donc de l'instabilité des leptons et quarks lourds, et des particules contenant ces derniers. Des interactions faibles qui ne changent pas la saveur ont également pu être observées.

Interaction fondamentale : les interactions fondamentales sont au nombre de quatre: interaction forte, électromagnétique, faible et gravitationnelle (quatre types d'interaction sont nécessaires pour expliquer tous les phénomènes physiques). La théorie prédit l'existence d'un autre mécanisme d'interaction fondamental, responsable de la masse des particules élémentaires.

Interaction forte : responsable de la liaison des quarks, antiquarks et gluons pour former des hadrons. L'interaction nucléaire forte est responsable de la force de liaison nucléon nucléon dans le noyau atomique.

Interaction gravitationnelle : interaction entre objets massifs due au rapport énergie-masse.

Interaction résiduelle : interaction entre des objets n'ayant pas de charge mais contenant

des constituants qui ont une charge. Bien que quelques substances chimiques mettent en jeu des ions électriquement chargés, la majorité de la chimie est due aux interactions électromagnétiques entre des atomes électriquement neutres. L'interaction nucléaire forte entre protons et neutrons est responsable de la liaison du noyau.

Kaon (K) : méson constitué, suivant sa charge électrique, d'un quark s avec un antiquark \bar{u} ou \bar{d} , ou bien d'un antiquark \bar{s} avec un quark u ou d .

Lepton : fermion élémentaire qui ne participe pas aux interactions fortes. Les leptons électriquement chargés sont l'électron (e), le muon (μ), le tau (τ), et leurs antiparticules de charge électrique positive. Les leptons électriquement neutres sont appelés les neutrinos.

LHC : Large Hadron Collider, accélérateur du CERN à Genève, Suisse. Le LHC considère des collisions mettant en jeu deux faisceaux de protons ayant chacun une énergie de 7 TeV. En 2013, il devient l'accélérateur de particules le plus puissant du monde. On espère ainsi percer quelques-uns des secrets de la physique des particules.

Linac : abréviation pour accélérateur linéaire.

Masse au repos : est définie par l'énergie d'une particule isolée au repos, divisée par la vitesse de la lumière au carré. Lorsqu'un physicien des particules utilise le mot masse, il sous-entend toujours l'énergie associée à la masse au repos de l'objet en question. C'est l'énergie de masse définie par Einstein $E = mc^2$.

Matière noire : matière qui se trouve dans l'espace mais que l'on ne peut pas voir car elle n'émet aucun rayonnement permettant de l'observer. Le mouvement des étoiles autour du centre de leur galaxie implique que près de 90% de la matière d'une galaxie typique est noire. On suppose qu'il y a également de la matière noire entre les galaxies mais c'est plus difficile à vérifier.

Mécanique quantique : loi de la physique qui s'applique à très petite échelle. La charge électrique, l'impulsion, le moment angulaire, aussi bien que les charges, sont des quantités discrètes appelés quanta (elles ne peuvent prendre que des valeurs multiples d'un quantum élémentaire).

Méson : hadron constitué d'un quark et d'un antiquark.

Modèle Standard : théorie des particules élémentaires et de leurs interactions. Cette théorie est largement reconnue et avalisée par les physiciens.

Muon (μ) : la seconde saveur des leptons chargés (par ordre de masse croissante), avec une charge électrique de $-e$.

Neutre : ayant une charge nette égale à zéro. Le mot charge se réfère, quand on ne précise pas autre chose, à la charge électrique.

Neutrino (ν) : lepton sans charge électrique. Les neutrinos ne participent qu'aux interactions faibles et sont de ce fait très difficiles à détecter. Il y a trois types (saveurs) de neutrinos, tous sont très légers et ont probablement tous une masse, extrêmement petite devant celle des autres particules.

Neutron (n) : baryon ayant une charge électrique nulle; c'est un fermion constitué de deux quarks down (bas) et d'un quark up (haut), maintenus ensemble par des gluons. La partie neutre d'un noyau atomique est faite de neutrons. Différents isotopes du même élément ont des nombres différents de neutrons dans leur noyau (par exemple le carbone 12 et le carbone 14).

Noyau : ensemble de neutrons et de protons qui forme le coeur d'un atome, dont la charge électrique, positive, est la somme des charges des protons qui le constituent.

Particule : objet subatomique ayant une masse et une charge définies.

Particule fondamentale : une particule sans sous-structure interne, encore appelée constituant élémentaire. Dans le Modèle Standard, les quarks, les leptons, le photon, les gluons et les bosons W^+ , W^- et Z^0 sont élémentaires. Tous les autres objets sont faits à partir de ces éléments.

Particule subatomique : toute particule qui est petite comparée à la taille de l'atome.

Particule virtuelle : particule qui n'existe que durant un très bref instant dans un processus intermédiaire. Le principe d'incertitude d'Heisenberg autorise une violation apparente de la conservation de l'énergie. De fait si l'on regarde seulement la particule initiale et les produits finaux de désintégration, on constate que l'énergie est conservée.

Photon : particule messagère de l'interaction électromagnétique.

Pion : méson le plus léger, il peut avoir une charge électrique de $+e$, $-e$ ou 0 .

Positron : antiparticule de l'électron.

Principe d'exclusion de Pauli : voir fermion.

Principe d'incertitude de Heisenberg : principe quantique, formulé la première fois par Heisenberg, qui dit qu'il n'est pas possible de connaître exactement à la fois la position x et l'impulsion p d'un objet au même moment avec une précision meilleure que \hbar . On écrit $\Delta x \Delta p$ de l'ordre de \hbar . C'est également vrai pour l'énergie et le temps (voir particule virtuelle).

Proton : hadron le plus courant, c'est un baryon ayant une charge électrique de $+e$, opposée à celle de l'électron. Les protons sont constitués de deux quarks up (haut) et d'un quark down (bas), liés ensemble par les gluons. Le noyau d'un atome d'hydrogène est un proton. Un noyau ayant une charge électrique Ze ou bien "un nombre de charge" Z contient Z protons; c'est donc le nombre de protons qui différencie les différents éléments chimiques.

Quantum : valeur la plus élémentaire de toute quantité.

Quark (q) : fermion élémentaire subissant toutes les interactions. Les quarks ont une charge électrique de $+2e/3$ (up, charm, top) ou de $-e/3$ (down, strange, bottom), alors que la charge du proton est de $+e$.

Quark bottom (b) : la cinquième saveur de quark (par ordre croissant de masse), avec une charge électrique $-e/3$. On l'appelle aussi "beauté".

Quark charmé (c) : la quatrième saveur de quark (par ordre croissant de masse), avec une charge électrique $+2e/3$.

Quark down (d) : la seconde saveur d'un quark (par ordre croissant de masse), avec une charge électrique $-e/3$.

Quark étrange (s) : la troisième saveur de quark (par ordre croissant de masse), avec une charge électrique $-e/3$.

Quark top (t) : la sixième saveur de quark (par ordre croissant de masse), avec une charge électrique $+2e/3$. Sa masse est bien plus importante que celle de tous les autres quark et leptons. On l'appelle aussi truth (vérité).

Quark up (u) : la saveur la plus légère de quark (par ordre croissant de masse), avec une charge électrique $+2e/3$.

Saveur : nom utilisé pour distinguer les 6 types de quarks (up, down, strange, charm, bottom ou beauty, top ou truth, que l'on peut traduire en français par en haut, en bas, étrange, charme, bas ou beauté, sommet ou vérité) et à laquelle on associe un nombre quantique (l'étrangeté par exemple). On distingue aussi 6 saveurs de leptons. Pour chaque saveur de lepton chargé il existe une saveur de neutrino. En d'autres termes, la saveur est le nombre quantique qui différencie les différents types de quarks et de leptons. Chaque saveur de quark et de leptons chargé a une masse différente.

SLAC : Stanford Linear Accelerator Center, à Stanford, aux États-Unis.

Spin : moment angulaire intrinsèque d'une particule ou d'un noyau. On l'exprime en unité de \hbar , où $\hbar = h/2\pi$, h étant la constante de Planck.

Stable : qui ne se désintègre pas. Une particule ou un noyau sont stables lorsqu'il n'y a pas de processus spontané qui les fasse disparaître et remplacer par d'autres particules ou noyaux (il faut leur faire subir des collisions).

Synchrotron : accélérateur circulaire dans lequel deux faisceaux de particules circulent en sens opposés selon un rayon précis.

Tau (τ) : la troisième saveur des leptons chargés (par ordre croissant de masse), avec une charge électrique de $-e$.

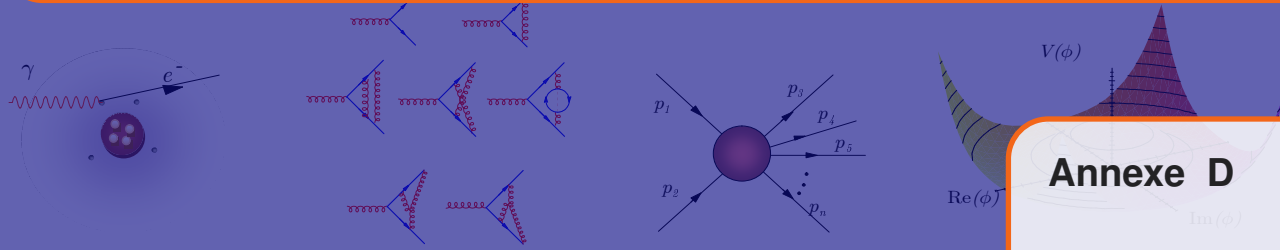
Théorie du big-bang : théorie de l'Univers en expansion ayant commencé comme un milieu infiniment chaud et dense. L'instant initial est appelé le big-bang.

Trace : enregistrement de la trajectoire d'une particule qui traverse un détecteur.

Tracking : processus de reconstruction d'une trace laissée dans le détecteur par le passage d'une particule.

Usine à B : accélérateur conçu pour porter au maximum la production de mésons B (mésons constitués d'un quark b ou d'un antiquark b). Les propriétés des mésons B sont alors étudiées avec des détecteurs adaptés.

Prix Nobel de physique



Annexe D

Prix Nobel de physique			
Année	Nom	Pays	Contribution
1901	W.C. Röntgen	Allemagne	
1902	H.A. Lorentz	Pays-Bas	
	P. Zeeman	Pays-Bas	
1903	H. Becquerel	France	Radioactivité
	M. Curie	France	
	P. Curie	France	
1904	J.W.S. Rayleigh	Grande-Bretagne	
1905	P. Lenard	Allemagne	
1906	J.J. Thomson	Grande-Bretagne	
1907	A.A. Michelson	États-Unis	
1908	G. Lippmann	France	
1909	G. Marconi	Italie	
	K.F. Braun	Allemagne	
1910	J.D. Van der Waals	Pays-Bas	
1911	W. Wien	Allemagne	
1912	G. Dalén	Suède	
1913	H. Kamerlingh Onnes	Pays-Bas	
1914	M. von Laue	Allemagne	
1915	W.H. Bragg	Grande-Bretagne	
	W.L. Bragg	Grande-Bretagne	
1916	non attribué		
1917	C.G. Barkla	Grande-Bretagne	
1918	M. Planck	Allemagne	
1919	J. Stark	Allemagne	
1920	C.E. Guillaume	Suisse	
1921	A. Einstein	Allemagne	
1922	N. Bohr	Danemark	Modèle atomique
1923	R.A. Millikan	États-Unis	
1924	K.M.G. Siegbahn	Suède	

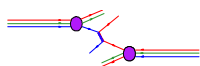
¹ Les prix Nobel de physique historiquement les plus significatifs pour le physique des particules sont identifiés en caractères gras ceux

Année	Nom	Pays	Contribution
1925	<i>J. Franck</i>	<i>Allemagne</i>	
	<i>G. Hertz</i>	<i>Allemagne</i>	
1926	<i>J. Perrin</i>	<i>France</i>	
1927	A.H. Compton	États-Unis	Effet Compton
	C.T.R. Wilson	Grande-Bretagne	Chambre de Wilson
1928	<i>O.W. Richardson</i>	<i>Grande-Bretagne</i>	
1929	<i>L.V. de Broglie</i>	<i>France</i>	
	<i>R. Feynman</i>	<i>États-Unis</i>	
1930	<i>C.V. Raman</i>	<i>Inde</i>	
1931	<i>non attribué</i>		
1932	W. Heisenberg	Autriche	Mécanique quantique
1933	E. Schrödinger	Autriche	Théorie atomique
	P.A.M. Dirac	Grande-Bretagne	et antimatière
1934	<i>non attribué</i>		
1935	J. Chadwick	Grande-Bretagne	Découverte du neutron
1936	V.F. Hess	Autriche	Rayonnement cosmique
	C.D. Anderson	États-Unis	Découverte du positron
1937	<i>C.J. Davison</i>	<i>États-Unis</i>	
1927	<i>G.P. Thomson</i>	<i>Grande-Bretagne</i>	
1938	E. Fermi	Italie	Physique nucléaire
1939	E.O. Lawrence	États-Unis	Invention du cyclotron
1940	<i>non attribué</i>		
1941	<i>non attribué</i>		
1942	<i>non attribué</i>		
1943	O. Stern	États-Unis	Moment magn. du proton
1944	I.I. Rabi	États-Unis	Résonances magnétiques
1945	W. Pauli	Suisse	Principe d'exclusion
1946	<i>P.W. Bridgman</i>	<i>États-Unis</i>	
1947	<i>E.V. Appleton</i>	<i>Grande-Bretagne</i>	
1948	<i>P.M.S. Blackett</i>	<i>Grande-Bretagne</i>	
1949	Yukawa Hideki	Japon	Existence des mésons
1950	C.F. Powell	Grande-Bretagne	Émulsions photographiques
1951	J.D. Cockcroft	Grande-Bretagne	Transmutation des noyaux
	E.T.S. Walton	Irlande	
1952	<i>F. Bloch</i>	<i>États-Unis</i>	
	<i>E.M. Purcell</i>	<i>États-Unis</i>	
1953	<i>F. Zernike</i>	<i>Pays-Bas</i>	
1954	<i>M. Born</i>	<i>Grande-Bretagne</i>	
	<i>W. Bothe</i>	<i>R.F. d'Allemagne</i>	
1955	W.E. Lamb	États-Unis	Structure fine du
	P. Kusch	États-Unis	spectre d'hydrogène
1956	<i>W. Shockley</i>	<i>États-Unis</i>	
	<i>J. Bardeen</i>	<i>États-Unis</i>	
	<i>W.H. Brattain</i>	<i>États-Unis</i>	
1957	C.N. Yang	Chine/États-Unis	Violation de parité
	T.D. Lee	Chine/États-Unis	
1958	<i>P.A. Tcherenkov</i>	<i>U.R.S.S.</i>	
	<i>I.M. Frank</i>	<i>U.R.S.S.</i>	
	<i>c'est-à-dire Tamm</i>	<i>U.R.S.S.</i>	
1959	E. Segrè	États-Unis	Découverte de l'antiproton
	O. Chamberlain	États-Unis	

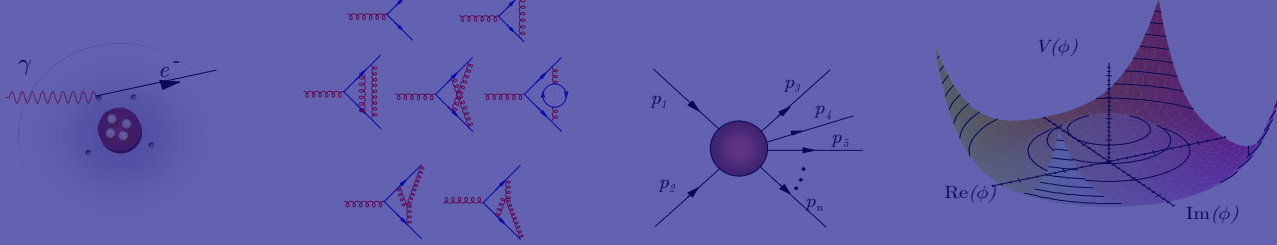
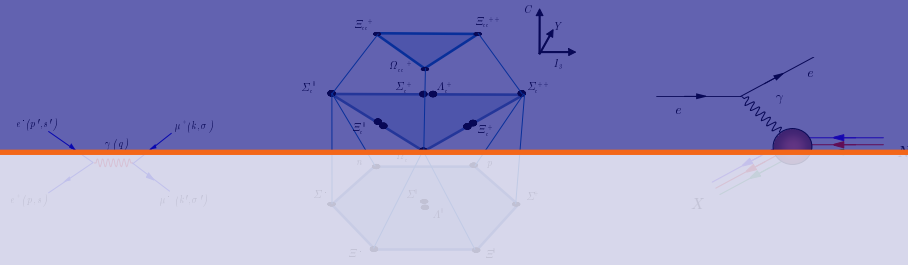
Année	Nom	Pays	Contribution
1960	D.A. Glaser	États-Unis	Chambre à bulles
1961	R. Hofstadter	États-Unis	Diffusion électron-noyaux
	R. Mössbauer	R.F. d'Allemagne	
1962	<i>L. Landau</i>	U.R.S.S.	
1963	E. Wigner	États-Unis	Principes de symétrie
	M. Goepfert-Mayer	États-Unis	
	J. Hans D. Jensen	États-Unis	
1964	<i>Ch. H. Townes</i>	États-Unis	Structure nucléaire
	<i>N.G. Bassov</i>	U.R.S.S.	
	<i>A.M. Prokhorov</i>	U.R.S.S.	
1965	Tomonoga Shinichirō	Japon	Électrodynamique quantique (QED)
	J. Schwinger	États-Unis	
	R. Feynman	États-Unis	
1966	<i>A. Kastler</i>	France	
1967	H. Bethe	États-Unis	Théorie nucléaire
1968	L. Alvarez	États-Unis	Résonances hadroniques
1969	M. Gell-Mann	États-Unis	Modèle des quarks
1970	<i>H. Alfvén</i>	Suède	
	<i>L. Néel</i>	France	
1971	<i>D. Gabor</i>	Grande-Bretagne	
1972	<i>J. Bardeen</i>	États-Unis	
	<i>L. Cooper</i>	États-Unis	
	<i>J. Schrieffer</i>	États-Unis	
1973	<i>Esaki Leo</i>	Japon	
	<i>I. Giaever</i>	États-Unis	
	<i>B.D. Josephson</i>	Grande-Bretagne	
1974	<i>M. Ryle</i>	Grande-Bretagne	
	<i>A. Hewish</i>	Grande-Bretagne	
1975	J. Rainwater	États-Unis	Modèle de la goutte
	A. Bohr	Danemark	
	M. Mottelson	Danemark	
1976	B. Richter	États-Unis	Découverte du J/Ψ
	S. Ting	États-Unis	
1977	<i>P. Anderson</i>	États-Unis	
	<i>N. Mott</i>	Grande-Bretagne	
	<i>J.H. Van Vleck</i>	États-Unis	
1978	<i>P.L. Kapitsa</i>	U.R.S.S.	
	<i>A.A. Penzias</i>	États-Unis	
	<i>R.W. Wilson</i>	Grande-Bretagne	
1979	S. Glashow	États-Unis	Théorie électrofaible
	A. Salam	Pakistan	
	S. Weinberg	États-Unis	

Année	Nom	Pays	Contribution
1980	J.W. Cronin	États-Unis	Violation $\mathcal{C}\mathcal{P}$
	V.L. Fitch	États-Unis	
1981	<i>N. Bloembergen</i>	<i>États-Unis</i>	
	<i>A.L. Schawlow</i>	<i>États-Unis</i>	
	<i>K.M. Siegbahn</i>	<i>Suède</i>	
1982	K.G. Wilson	États-Unis	Phénomènes critiques
1983	<i>S. Chandrasekhar</i>	<i>États-Unis</i>	
1984	C. Rubbia	Italie	Découverte des W^\pm et du Z^0
	S. Van der Meer	Pays-bas	
1985	<i>K. von Klitzing</i>	<i>R.F. d'Allemagne</i>	
1986	<i>G. Binnig</i>	<i>R.F. d'Allemagne</i>	
	<i>H. Rohrer</i>	<i>Suisse</i>	
	<i>E. Ruska</i>	<i>R.F. d'Allemagne</i>	
1987	<i>J.G. Bednorz</i>	<i>R.F. d'Allemagne</i>	
	<i>K.A. Müller</i>	<i>Suisse</i>	
1988	L. Lederman	États-Unis	Découverte du neutrino ν_μ
	M. Schwartz	États-Unis	
	J. Steinberger	États-Unis	
1989	<i>H.G. Dehmelt</i>	<i>États-Unis</i>	
	<i>W. Paul</i>	<i>R.F. d'Allemagne</i>	
	<i>N.F. Ramsey</i>	<i>États-Unis</i>	
1990	J.I. Friedman	États-Unis	Diffusion inélastique profonde et nature ponctuelle des quarks
	H.W. Kendall	États-Unis	
	R.E. Taylor	Canada	
1991	<i>P.-G. de Gennes</i>	<i>France</i>	Chambre à multifils
1992	G. Charpak	France	
1993	<i>R.A. Hulse</i>	<i>États-Unis</i>	
	<i>J.H. Taylor</i>	<i>États-Unis</i>	
1994	<i>B.N. Brockhouse</i>	<i>Canada</i>	
	<i>C.G. Shull</i>	<i>États-Unis</i>	
	1995	M.L. Perl	
1996	F. Reines	États-Unis	Découverte du lepton τ et du neutrino ν_τ
	<i>D.M. Lee</i>	<i>États-Unis</i>	
	<i>D.D. Osheroff</i>	<i>États-Unis</i>	
	<i>R.C. Richardson</i>	<i>États-Unis</i>	
1997	<i>S. Chu</i>	<i>États-Unis</i>	
	<i>C. Cohen-Tannoudji</i>	<i>France</i>	
	<i>W.D. Phillips</i>	<i>États-Unis</i>	
1998	<i>R. B. Laughlin</i>	<i>États-Unis</i>	
	<i>H. L. Stormer</i>	<i>Allemagne</i>	
	<i>D. C. Tsui</i>	<i>Chine</i>	
	1999	M. Veltman	
2000	G. t'Hooft	Pays-Bas	Renormalisation
	<i>Z. I. Alvarov</i>	<i>Russie</i>	
	<i>H. Kroemer</i>	<i>Allemagne</i>	
	<i>H. S. Kilby</i>	<i>États-Unis</i>	

Année	Nom	Pays	Contribution
2001	E. A. Cornell	États-Unis	Condensation Bose-Einstein
	W. Ketterle	Allemagne	
	C. E. Wieman	États-Unis	
2002	R. Davis, Jr	États-Unis	Contributions en astrophysique
	M. Koshiba	Japon	
	R. Giacconi	États-Unis	
2003	A. A. Abrikosov	Russie-États-Unis	Supraconductivité et Suprafluidité
	V. L. Ginzburg	Russie	
	A. J. Leggett	États-Unis	
2004	D. J. Gross	États-Unis	Liberté asymptotique
	H. D. Politzer	États-Unis	
	F. Wilczek	États-Unis	
2005	R. J. Glauber	États-Unis	Optique quantique et laser
	J. L. Hall	États-Unis	
	T. W. Hänsch	Allemagne	
2006	J. C. Mather	États-Unis	Anisotropie dans le rayonnement cosmique microonde
	G. F. Smoot	États-Unis	
2007	Albert Fert	France	Magnétorésistance élevée
	Peter Grünberg	Allemagne	
2008	Yoichiro Nambu	États-Unis	Brisure de symétrie électrofaible
	Makoto Kobayashi	Japon	
	Toshihide Maskawa	Japon	
2009	C. K. Kao	Hong Kong, Chine	Fibres optiques et senseur CCD
	W. S. Boyle	États-Unis	
	G. E. Smith	États-Unis	
2010	Andre Geim	Russie	Matériaux graphène à deux dimensions
	Konstantin Novoselov	Russie	
2011	Saul Perlmutter	États-Unis	Découverte de l'accélération de la vitesse d'expansion de l'univers
	Brian P. Schmidt	États-Unis	
	Adam G. Riess	États-Unis	
2012	Serge Haroche	France	Mesures et manipulation de systèmes quantiques individuels
	David J. Wineland	États-Unis	
2013	François Englert	Belgique	Mécanisme permettant d'expliquer l'origine de la masse des particules
	Peter W. Higgs	Royaume uni	
2014	Isamu Akasaki	Japon	Invention de la diode électroluminescente bleu
	Hiroshi Amano	Japon	
	Shuji Nakamura	États-Unis	
2015	Takaaki Kajita	Japon	Découverte des oscillations neutrinos confirmant qu'ils sont massifs
	Arthur B. McDonald	Canada	



Index



Cosmologie (déf.) 36

A

Abc (cet index) 44
 Accélérateur (déf.) 35
 Anneau de collisions (déf.) 35
 Annihilation (déf.) 35
 Antimatière (déf.) 35
 Antiparticule (déf.) 35
 Antiquark (déf.) 35
 Astrophysique (déf.) 35

B

Baryon (déf.) 35
 Boson (déf.) 35
 Boson Z^0 (déf.) 35
 Bosons W^+, W^- (déf.) 35

C

CERN (déf.) 35
 Chambre à muons (déf.) 35
 Charge (déf.) 35
 Charge de couleur (déf.) 35
 Charge électrique (déf.) 35
 Cinématique relativiste 8
 Collisionneurs (déf.) 35
 Confinement (déf.) 35
 Conservation (déf.) 35
 Conservation de la charge (déf.) 35

D

Désintégration (déf.) 36

E

Electron (e) (déf.) 36
 Événement (déf.) 36
 Expérience sur cible fixe (déf.) 36

F

Faisceau (déf.) 36
 Famille (déf.) 36
 Fermilab (déf.) 36
 Fermion (déf.) 36

G

Génération (déf.) 36
 Gluon (déf.) 36
 Graviton (déf.) 36

H

Hadron (déf.) 36

I

Interaction (déf.)	36
Interaction électrofaible (déf.)	36
Interaction électromagnétique (déf.)	36
Interaction faible (déf.)	36
Interaction fondamentale (déf.)	36
Interaction forte (déf.)	36
Interaction gravitationnelle (déf.)	36
Interaction résiduelle (déf.)	36

Q

Quantum (déf.)	38
Quark (q) (déf.)	38
Quark bottom (b) (déf.)	38
Quark charmé (c) (déf.)	38
Quark down (d) (déf.)	38
Quark étrange (s) (déf.)	38
Quark top (t) (déf.)	38
Quark up (u) (déf.)	38

K

Kaon (K) (déf.)	37
---------------------	----

R

Relativité restreinte	7
-----------------------	---

L

Lepton (déf.)	37
LHC (déf.)	37
Linac (déf.)	37

S

Saveur (déf.)	38
SLAC (déf.)	38
Spin (déf.)	38
Stable (déf.)	38
Synchrotron (déf.)	38

M

Masse au repos (déf.)	37
Matière noire (déf.)	37
Mécanique quantique (déf.)	37
Méson (déf.)	37
Modèle Standard (déf.)	37
Muon (μ) (déf.)	37

T

Tau (τ) (déf.)	38
Théorie du big-bang (déf.)	38
Trace (déf.)	38
Tracking (déf.)	38

N

Neutre (déf.)	37
Neutrino (ν) (déf.)	37
Neutron (n) (déf.)	37
Noyau (déf.)	37

U

Usine à B (déf.)	38
--------------------	----

P

Particule (déf.)	37
Particule fondamentale (déf.)	37
Particule subatomique (déf.)	37
Particule virtuelle (déf.)	37
Photon (déf.)	37
Pion (déf.)	38
Positron (déf.)	38
Principe d'exclusion de Pauli (déf.)	38
Principe d'incertitude de Heisenberg (déf.)	38
Proton (déf.)	38