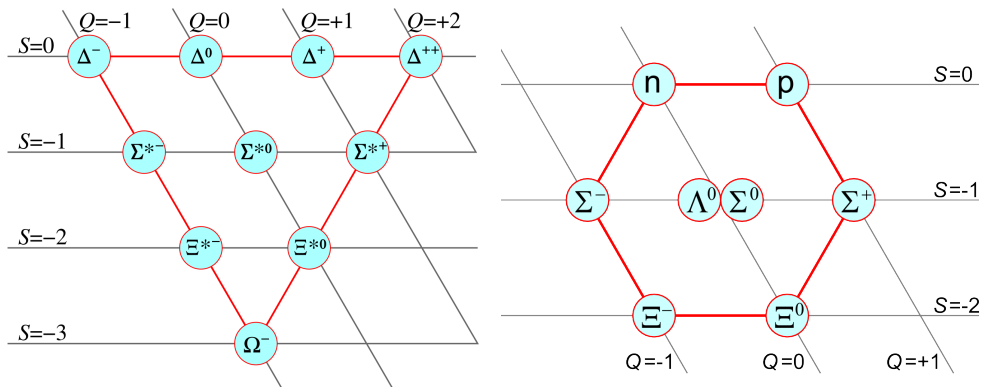


Аннотация

Содержание

1	Введение	2
2	Измерение масс барионов	5

1 Введение



Λ^0

$(ud - du)s/\sqrt{2}; J = 1/2^+ I = 0$

Масса 1115.683 ± 0.006 МэВ.

Время жизни $c\tau = 7,8$ см

Основные моды распада: $p\pi^-$ $2/3$ $n\pi^0$ $1/3$

Σ^+

$uus; J = 1/2^+ I = 1$

Масса 1189.37 ± 0.07 МэВ.

Время жизни $c\tau = 2,4$ см

Основные моды распада: $p\pi^0$ $1/2$ $n\pi^+$ $1/2$.

$p\gamma$ 10^{-3}

Σ^0

$(ud + du)s/\sqrt{2}; J = 1/2^+ I = 1$

Масса 1192.64 ± 0.024 МэВ.

Время жизни $c\tau = 0$ см

Основные моды распада: $\Lambda^0\gamma$ 1

Σ^-

$dds; J = 1/2^+ I = 1$

Масса 1197.44 ± 0.029 МэВ.

Время жизни $c\tau = 4.4$ см

Основные моды распада: $n\pi^-$ 1

Ξ^0

$uss; J = 1/2^+ I = 1/2$

Масса 1314.86 ± 0.2 МэВ.

Время жизни $c\tau = 8.7$ см

Основные моды распада: $\Lambda^0 \pi^0$ 1

Ξ^-

$dss; J = 1/2^+ I = 1/2$

Масса 1321.71 ± 0.07 МэВ.

Время жизни $c\tau = 4.9$ см

Основные моды распада: $\Lambda^0 \pi^-$ 1

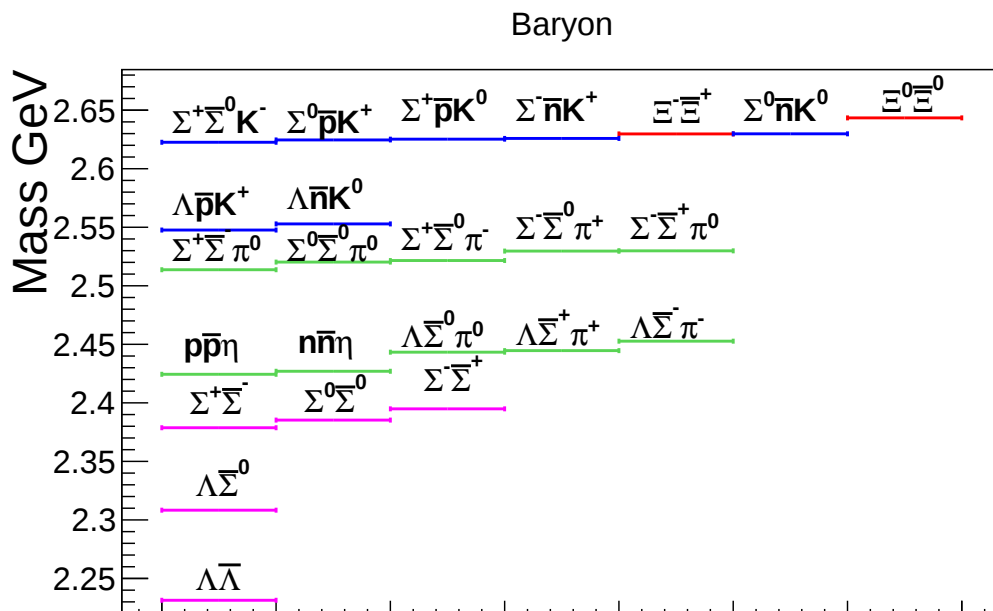
Ω^-

$sss; J = 3/2^+ I = 0$

Масса 1672.45 ± 0.29 МэВ.

Время жизни $c\tau = 2.4$ см

Основные моды распада: $\Lambda^0 K^-$ 2/3 $\Xi^- \pi^0$ 1/4 $\Xi^0 \pi^+$ 1/11



Λ MASS

The fit uses Λ , Σ^+ , Σ^0 , Σ^- mass and mass-difference measurements.

<u>VALUE (MeV)</u>	<u>EVTS</u>	<u>DOCUMENT ID</u>	<u>TECN</u>	<u>COMMENT</u>
1115.683$\pm$0.006 OUR FIT				
1115.683$\pm$0.006 OUR AVERAGE				
1115.678 $\pm$ 0.006 $\pm$ 0.006	20k	HARTOUNI	94	SPEC pp 27.5 GeV/ c
1115.690 $\pm$ 0.008 $\pm$ 0.006	18k	¹ HARTOUNI	94	SPEC pp 27.5 GeV/ c
• • • We do not use the following data for averages, fits, limits, etc. • • •				
1115.59 $\pm$ 0.08	935	HYMAN	72	HEBC
1115.39 $\pm$ 0.12	195	MAYEUR	67	EMUL
1115.6 $\pm$ 0.4		LONDON	66	HBC
1115.65 $\pm$ 0.07	488	² SCHMIDT	65	HBC
1115.44 $\pm$ 0.12		³ BHOWMIK	63	RVUE

¹ We assume CPT invariance: this is the $\bar{\Lambda}$ mass as measured by HARTOUNI 94. See below for the fractional mass difference, testing CPT .

² The SCHMIDT 65 masses have been reevaluated using our April 1973 proton and $K^\pm$ and $\pi^\pm$ masses. P. Schmidt, private communication (1974).

³ The mass has been raised 35 keV to take into account a 46 keV increase in the proton mass and an 11 keV decrease in the $\pi^\pm$ mass (note added Reviews of Modern Physics **39** 1 (1967)).

2 Измерение масс барионов

Σ^+ MASS

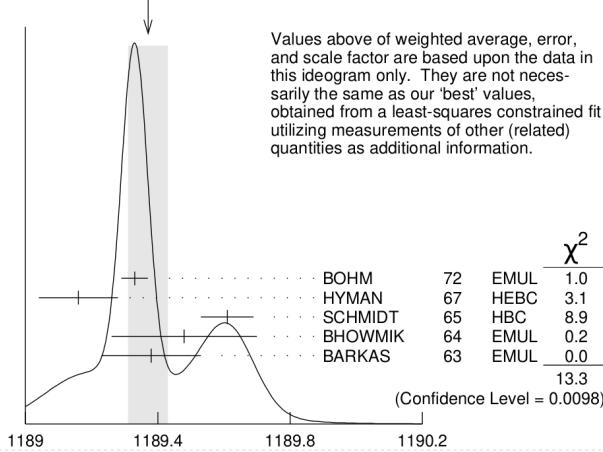
The fit uses Σ^+ , Σ^0 , Σ^- , and Λ mass and mass-difference measurements.

VALUE (MeV)	EVTS	DOCUMENT ID	TECN	COMMENT
1189.37$\pm$0.07 OUR FIT		Error includes scale factor of 2.2.		
1189.37$\pm$0.06 OUR AVERAGE		Error includes scale factor of 1.8. See the ideogram below.		
1189.33 $\pm$ 0.04	607	¹ BOHM	72	EMUL
1189.16 $\pm$ 0.12		HYMAN	67	HEBC
1189.61 $\pm$ 0.08	4205	SCHMIDT	65	HBC See note with Λ mass
1189.48 $\pm$ 0.22	58	² BHOWMIK	64	EMUL
1189.38 $\pm$ 0.15	144	² BARKAS	63	EMUL

¹ BOHM 72 is updated with our 1973 K^- , π^- , and π^0 masses (Reviews of Modern Physics **45** S1 (1973)).

² These masses have been raised 30 keV to take into account a 46 keV increase in the proton mass and a 21 keV decrease in the π^0 mass (note added 1967 edition, Reviews of Modern Physics **39** 1 (1967)).

WEIGHTED AVERAGE
1189.37 $\pm$ 0.06 (Error scaled by 1.8)



$$I(J^P) = 1(\frac{1}{2}^+) \text{ Status: } ****$$

COURANT 63 and ALFF 65, using $\Sigma^0 \rightarrow \Lambda e^+ e^-$ decays (Dalitz decays), determined the Σ^0 parity to be positive, given that $J = 1/2$ and that certain very reasonable assumptions about form factors are true. The results of experiments involving the Primakoff effect, from which the Σ^0 mean life and $\Sigma^0 \rightarrow \Lambda$ transition magnetic moment come (see below), strongly support $J = 1/2$.

Σ^0 MASS

The fit uses Σ^+ , Σ^0 , Σ^- , and Λ mass and mass-difference measurements.

VALUE (MeV)	EVTS	DOCUMENT ID	TECN	COMMENT
1192.642±0.024 OUR FIT				
● ● ● We do not use the following data for averages, fits, limits, etc. ● ● ●				
1192.65 ±0.020±0.014	3327	¹ WANG	97	SPEC $\Sigma^0 \rightarrow \Lambda \gamma \rightarrow$ $(p \pi^-)(e^+ e^-)$

¹ This WANG 97 result is redundant with the Σ^0 - Λ mass-difference measurement below.

Σ^- MASS

The fit uses Σ^+ , Σ^0 , Σ^- , and Λ mass and mass-difference measurements.

VALUE (MeV)	EVTS	DOCUMENT ID	TECN	COMMENT
1197.449±0.029 OUR FIT Error includes scale factor of 1.1.				
1197.45 ±0.04 OUR AVERAGE Error includes scale factor of 1.2.				
1197.417±0.040		GUREV	93	SPEC Σ^- C atom, crystal diff.
1197.532±0.057		GALL	88	CNTR Σ^- Pb, Σ^- W atoms
1197.43 ±0.08	3000	SCHMIDT	65	HBC See note with Λ mass
• • • We do not use the following data for averages, fits, limits, etc. • • •				
1197.24 ±0.15		¹ DUGAN	75	CNTR Exotic atoms
¹ GALL 88 concludes that the DUGAN 75 mass needs to be reevaluated.				



$$I(J^P) = \frac{1}{2}(\frac{1}{2}^+) \text{ Status: } ***$$

The parity has not actually been measured, but + is of course expected.

We have omitted some results that have been superseded by later experiments. See our earlier editions.

Ξ^- MASS

The fit uses the Ξ^- , Ξ^+ , and Ξ^0 masses and the $\Xi^- \Xi^+$ mass difference. It assumes that the Ξ^- and Ξ^+ masses are the same.

VALUE (MeV)	EVTS	DOCUMENT ID	TECN	COMMENT
1321.71±0.07 OUR FIT				
1321.70±0.08±0.05	2478 ± 68	ABDALLAH	06E	DLPH from Z decays
• • • We do not use the following data for averages, fits, limits, etc. • • •				
1321.46±0.34	632	DIBIANCA	75	DBC 4.9 GeV/c $K^- d$
1321.12±0.41	268	WILQUET	72	HLBC
1321.87±0.51	195	¹ GOLDWASSER	70	HBC 5.5 GeV/c $K^- p$
1321.67±0.52	6	CHIEN	66	HBC 6.9 GeV/c $\bar{p} p$
1321.4 ±1.1	299	LONDON	66	HBC
1321.3 ±0.4	149	PJERROU	65B	HBC
1321.1 ±0.3	241	² BADIER	64	HBC
1321.4 ±0.4	517	² JAUNEAU	63D	FBC
1321.1 ±0.65	62	² SCHNEIDER	63	HBC

¹ GOLDWASSER 70 uses $m_\Lambda = 1115.58$ MeV.

² These masses have been increased 0.09 MeV because the Λ mass increased.



$$I(J^P) = \frac{1}{2}(\frac{1}{2}^+) \text{ Status: } ***$$

The parity has not actually been measured, but + is of course expected.

Ξ⁰ MASS

The fit uses the Ξ⁰, Ξ⁻, and Ξ⁺ masses and the Ξ⁻ − Ξ⁰ mass difference. It assumes that the Ξ⁻ and Ξ⁺ masses are the same.

VALUE (MeV)	EVTS	DOCUMENT ID	TECN	COMMENT
1314.86 ± 0.20 OUR FIT				
1314.82 ± 0.06 ± 0.20	3120	FANTI	00	NA48 p Be, 450 GeV
• • • We do not use the following data for averages, fits, limits, etc. • • •				
1315.2 ± 0.92	49	WILQUET	72	HLBC
1313.4 ± 1.8	1	PALMER	68	HBC

Ω⁻ MASS

The fit assumes the Ω⁻ and Ω⁺ masses are the same, and averages them together.

VALUE (MeV)	EVTS	DOCUMENT ID	TECN	COMMENT
1672.45 ± 0.29 OUR FIT				
1672.43 ± 0.32 OUR AVERAGE				
1673 ± 1	100	HARTOUNI	85	SPEC 80–280 GeV K _L ⁰ C
1673.0 ± 0.8	41	BAUBILLIER	78	HBC 8.25 GeV/c K⁻ p
1671.7 ± 0.6	27	HEMINGWAY	78	HBC 4.2 GeV/c K⁻ p
1673.4 ± 1.7	4	¹ DIBIANCA	75	DBC 4.9 GeV/c K⁻ d
1673.3 ± 1.0	3	PALMER	68	HBC K⁻ p 4.6, 5 GeV/c
1671.8 ± 0.8	3	SCHULTZ	68	HBC K⁻ p 5.5 GeV/c
1674.2 ± 1.6	5	SCOTTER	68	HBC K⁻ p 6 GeV/c
1672.1 ± 1.0	1	² FRY	55	EMUL
• • • We do not use the following data for averages, fits, limits, etc. • • •				
1671.43 ± 0.78	13	³ DEUTSCH...	73	HBC K⁻ p 10 GeV/c
1671.9 ± 1.2	6	³ SPETH	69	HBC See DEUTSCHMANN 73
1673.0 ± 8.0	1	ABRAMS	64	HBC → Ξ⁻ π⁰
1670.6 ± 1.0	1	² FRY	55B	EMUL
1615	1	⁴ EISENBERG	54	EMUL

¹ DIBIANCA 75 gives a mass for each event. We quote the average.

² The FRY 55 and FRY 55B events were identified as Ω⁻ by ALVAREZ 73. The masses assume decay to Λ K⁻ at rest. For FRY 55B, decay from an atomic orbit could Doppler shift the K⁻ energy and the resulting Ω⁻ mass by several MeV. This shift is negligible for FRY 55 because the Ω decay is approximately perpendicular to its orbital velocity, as is known because the Λ strikes the nucleus (L.Alvarez, private communication 1973). We have calculated the error assuming that the orbital n is 4 or larger.

³ Excluded from the average; the Ω⁻ lifetimes measured by the experiments differ significantly from other measurements.

baryon	word average kev	best measurements kev	year	evnt	SF
Λ	6	6	94	20k	
Σ⁺	70	40	72	607	2.2
Σ⁰	24	24	97	3327	
Σ⁻	29	40	93		
Ξ⁻	70	94	06	2478	
Ξ⁰	200	200	00	3120	
Ω⁻	290	600	78	27	

Прямое измерение в распаде как на CLEO-c $D^0 \rightarrow K^- \pi^- \pi^+ \pi^+$. Калибровка импульсов $\psi(2S) \rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^-$. Систематическая ошибка из-за точности масс заряженных каонов. Барионы либо их продукты распада ($\Sigma^0 \rightarrow \Lambda \gamma$) будут иметь большие отлеты до 10 см. Возможны даже целые каскады $\Xi^0 \rightarrow \pi^0 \Lambda^0 \rightarrow \pi^0 [p \pi^+]$. Инвариантная масса будет зависеть от точки(ек) распадов каждого бариона в цепочке. Есть вариант использовать только те события, которые распадаются вне вакуумной камеры. Заряженные барионы при движении в магнитном поле, будут менять импульс в лабораторной системе (а в системе центра инерции и энергию), это нужно будет учитывать при реконструкции массы и точки вылета бариона.

Наличие фотонов в конечном состоянии будет значительно ухудшать разрешение по массе. Относительное импульсное разрешение примерно на порядок лучше, чем разрешение по энергии фотонов. Поиск подходящих мод. $\Sigma^+ \rightarrow p \gamma$ с последующей конверсией фотона на вакуумной трубе. Большие проблемы возникают с Σ^- всегда нейтрон (антинейтрон) в конечном состоянии. Для Ξ^0 всегда π^0 в конечном состоянии.

Измерение массы через массу отдачи. Зависимость от измерения энергии. Поиск подходящих реакций. Рождение в ассоциации с протоном заряженными каонами и пионами (допустим $K_S \rightarrow \pi^+ \pi^-$). Остальные треки летят из места встречи. В значительной мере решается проблема с реконструкцией каскадов распадов. Она остается только для Ω^- .

$$e^+ e^- \rightarrow \Lambda \bar{p} K^+.$$

$$e^+ e^- \rightarrow \Sigma^0 \bar{p} K^+.$$

$$e^+ e^- \rightarrow \Sigma^+ \bar{p} K^+ \pi^-.$$

$$e^+ e^- \rightarrow \Sigma^- \bar{p} K^+ \pi^+.$$

Только $\psi(2S)$:

$$e^+ e^- \rightarrow \Xi^- \bar{p} K^+ K^+.$$

$$e^+ e^- \rightarrow \Xi^0 \bar{p} K^+ K^+ \pi^-.$$

$e^+ e^- \rightarrow \Omega^- \bar{p} K^+ K^+ K_S$. Перебор по массе. Лучшее что укладывается в массу $\psi(2S)$:
 $e^+ e^- \rightarrow \Omega^- \bar{\Xi}^+ K_S$ $e^+ e^- \rightarrow \Omega^- \bar{\Xi}^0 K^+$.

Зависимость от точности измерения энергии можно уменьшить, параллельно 'измеряя' аналогичными методами массы протонов и нейтронов.

P начальные $e^+ e^-$, P_B 4-импульс бариона массу которого мы изучаем; $\bar{P}_B$ 4-импульс системы, которая рождается в ассоциации с барионом.

particle	best measurements kev	tecn	year
J/ψ	6	KEDR	15
$\psi(2S)$	10	KEDR	15
D^0	50/22	CLEO-c	14

$$m_B^2 = P^2 - 2P\bar{P}_B + \bar{P}_B^2.$$

P_N 4-импульс нуклона массу которого мы хорошо знаем, $\bar{P}_N$ 4-импульс системы которая рождается в ассоциации с нуклоном. Это другие события, но имеющие схожие системы которые рождаются в ассоциации (насколько это возможно).

$$m_N^2 = P^2 - 2P\bar{P}_N + \bar{P}_N^2.$$

Если массу бариона реконструировать следующим образом.

$\hat{m}_B^2 = m_N^2 - 2P(\bar{P}_B - \bar{P}_N) - \bar{P}_N^2 + \bar{P}_B^2$. То зависимость от точности измерения энергии уменьшается.

$$\begin{aligned} \frac{dm_B^2}{dE_b} &= 4E_b - 2E_B \sim 2E_b > 2E_b \\ \frac{d\hat{m}_B^2}{dE_b} &= 4(E_N - E_B) \sim 2 \frac{m_N^2 - m_B^2 - \bar{m}_N^2 + \bar{m}_B^2}{E_b}; \left| \frac{m_N^2 - m_B^2 - \bar{m}_N^2 + \bar{m}_B^2}{E_b} \right| \ll E_b \\ E_1 &= \frac{M^2 + m_1^2 - m_2^2}{2M} \end{aligned}$$

Здесь E_b - половина энергии в системе центра инерции, E_B энергия бариона в системе центра инерции, E энергия бариона в системе центра инерции, $\bar{m}_N^2 = \bar{P}_N^2$ и $\bar{m}_B^2 = \bar{P}_B^2$ средние квадраты масс систем рождающихся в ассоциации с нуклоном и барионом. В этом подходе масса измеряется относительно уже хорошо известной массы протона или нейтрона.

reaction	$J\psi$	$\psi(2S)$	ev
$\Lambda\bar{p}K^+ + cc$	8.6×10^{-4}	10^{-4}	6×10^8
$\Sigma^0\bar{p}K^+ + cc$	2.9×10^{-4}	1.6×10^{-5}	2×10^8
$\Lambda^0\bar{\Lambda}^0$	1.9×10^{-3}	3.8×10^{-4}	1.4×10^9
$\Xi^-\bar{\Xi}^+$	9.7×10^{-4}	2.9×10^{-4}	7×10^8
$\Omega^-\bar{\Omega}^+$	0	2.4×10^{-4}	3×10^7