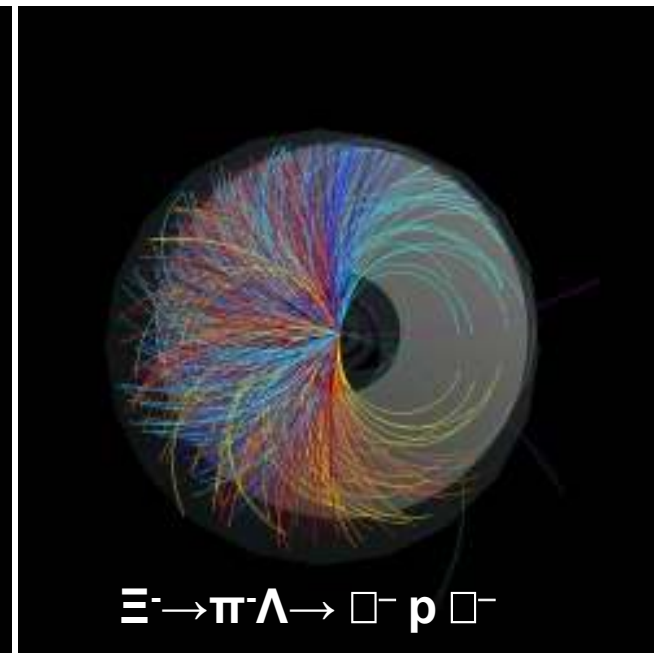
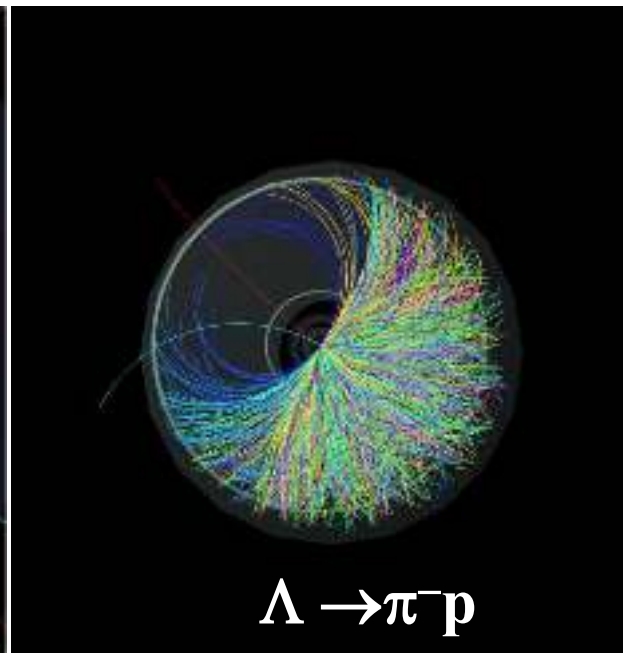
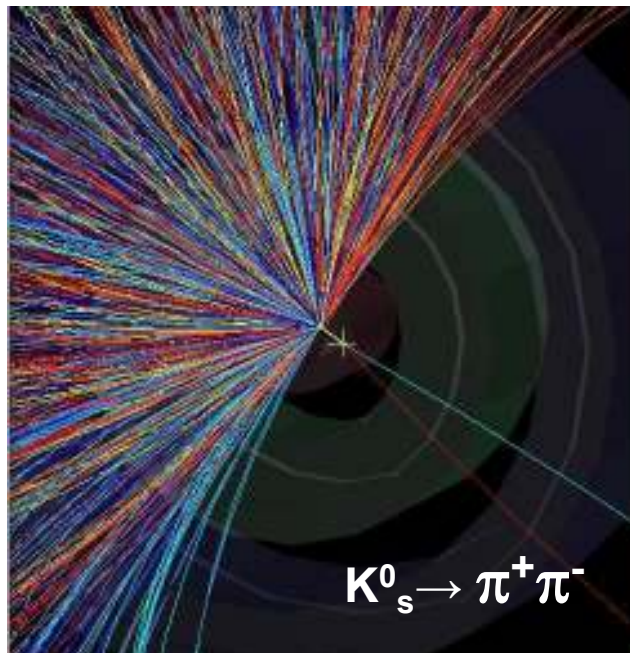


Αναζητώντας παράξενα σωματίδια στο ALICE



Τι θα μάθετε σήμερα

Τι είναι παράξενα σωματίδια

Πώς τα ταυτοποιούμε

Πώς υπολογίζεται η (αμετάβλητη) μάζα ενός σωματιδίου από τα προϊόντα της διάσπασής του

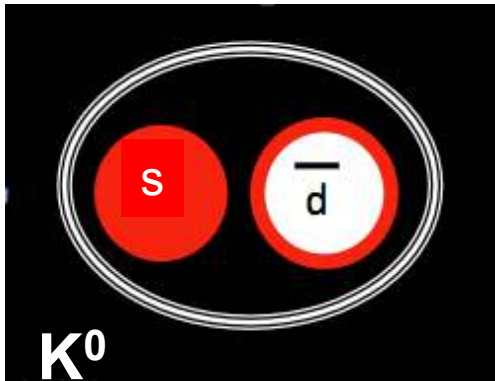
Πώς υπολογίζουμε τον πραγματικό αριθμό σωματιδίων σε μια κατανομή μάζας

Συγκρούσεις μολύβδου – κεντρικές / περιφερειακές

Ενίσχυση της παραδοξότητας

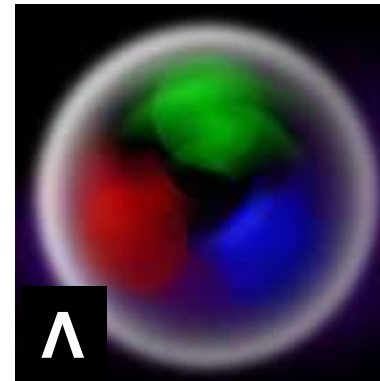
παράξενα σωματίδια

μεσόνιο



$\bar{d}s, ds$

βαριόνιο



uds

αδρόνια που περιέχουν
τουλάχιστον ένα παράξενο
κουάρκ (s)

	Quarks		Leptons	
Generation 3	Top	Bottom	Tau	Tau-neutrino
Generation 2	Charm	Strange	Muon	Muon-neutrino
Generation 1	Up	Down	Electron	Electron-neutrino

Θα αναζητήσουμε ουδέτερα παράξενα σωματίδια* που ταξιδεύουν λίγα mm ή cm από το σημείο που παράγονται προτού διασπαστούν

*παράξενα σωματίδια : σωματίδια που περιέχουν παράξενα κουάρκ (s)

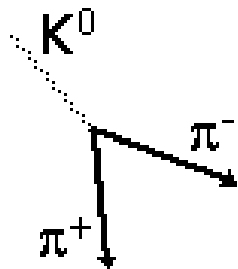
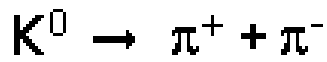
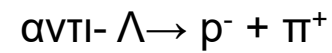
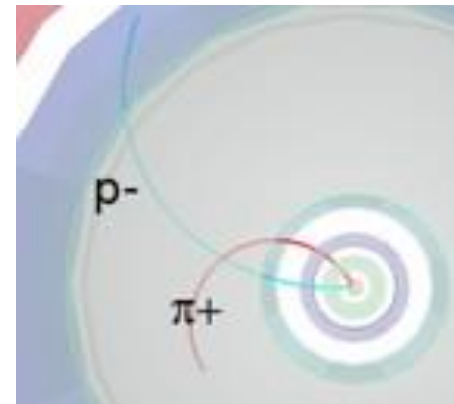
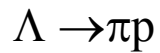
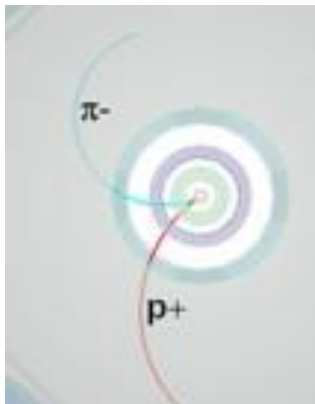
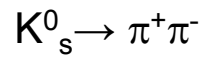
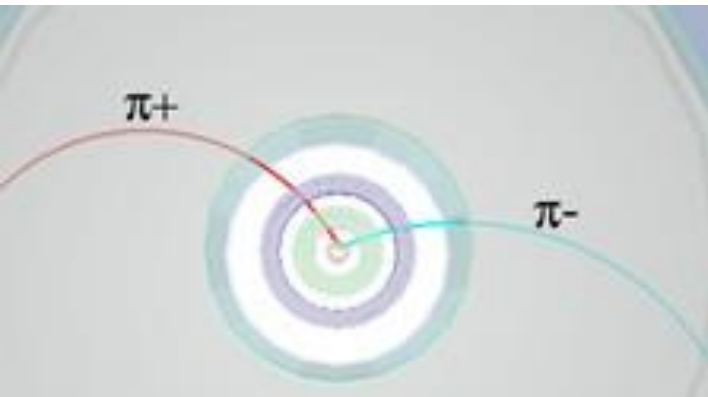
$$K_s^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \quad \tau = 8.9 \times 10^{-11} \text{ s}; \quad c\tau = 3 \times 10^{10} \text{ cm s}^{-1} \times 8.9 \times 10^{-11} \text{ s} = 2.67 \text{ cm}$$

$$\Lambda \rightarrow \pi^- p \quad \tau = 2.6 \times 10^{-10} \text{ s}; \quad c\tau = 3 \times 10^{10} \text{ cm s}^{-1} \times 2.6 \times 10^{-10} \text{ s} = 7.8 \text{ cm}$$

$$\bar{\Lambda} \rightarrow \pi^+ \bar{p}$$

Ασθενείς διασπάσεις

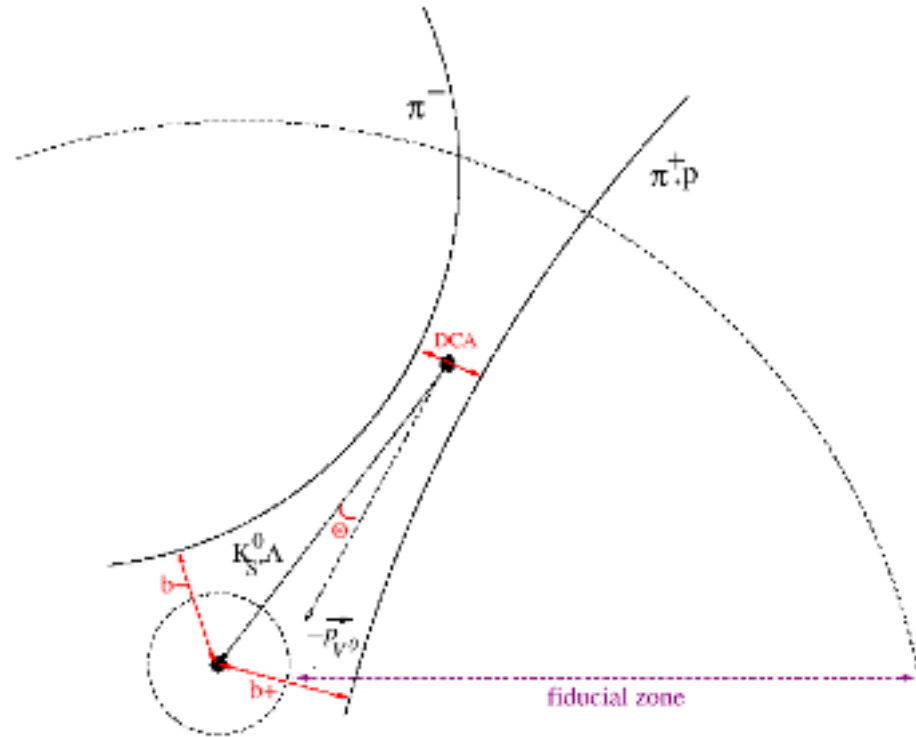
Η παραξενιά διατηρείται στις ισχυρές διασπάσεις $\Delta S = 0$ $\tau = 10^{-23}$
Στις ασθενείς διασπάσεις $\Delta S = 0$ ή $\Delta S = 1$ (εδώ $\Delta S = 1$) $\tau = 10^{-8} \text{ s} - 10^{-10} \text{ s}$



Διάσπαση V0 :

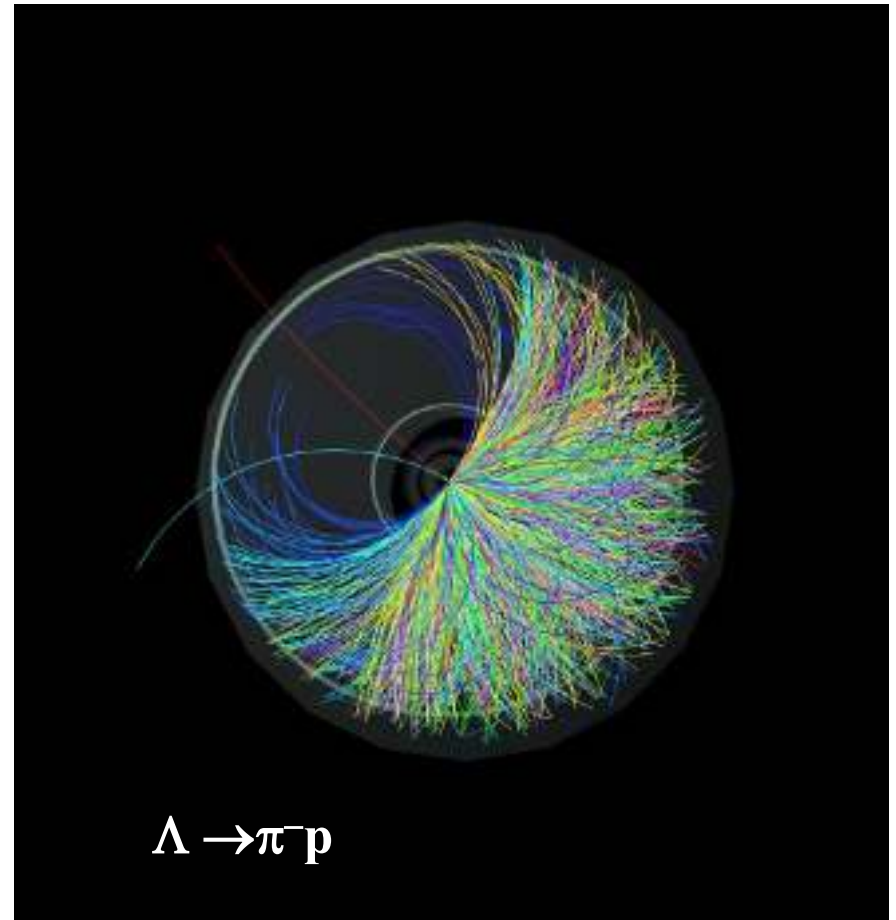
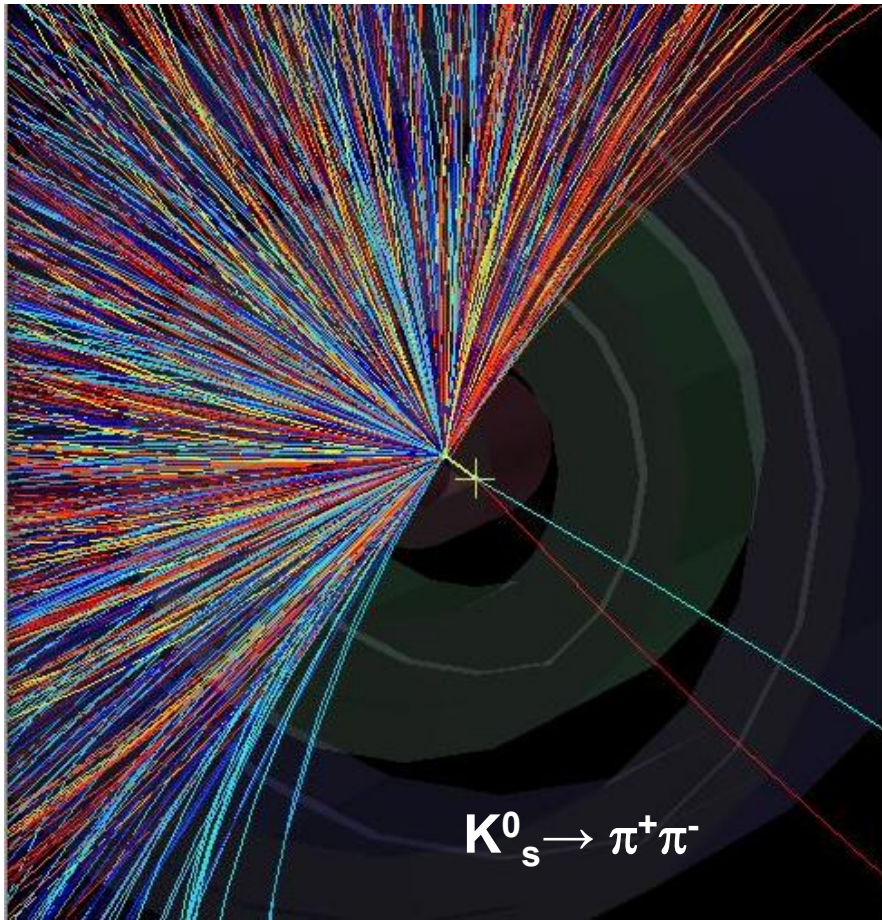
Ένα ουδέτερο σωματίο
(που δεν αφήνει ίχνος στους ανιχνευτές)
δίνει ξαφνικά δύο φορτισμένα σωματίια
(δύο ίχνη που σχηματίζουν V)

Πώς βρίσκουμε τα V_0



Αναζητούμε δύο ίχνη με αντίθετα φορτία που προέρχονται από το ίδιο σημείο, που δεν είναι το σημείο της αλληλεπίδρασης.

Πώς βρίσκουμε τα $V0$



Αναζητούμε δύο ίχνη με αντίθετα φορτία που προέρχονται από το ίδιο σημείο, που δεν είναι το σημείο της αλληλεπίδρασης.

Πώς ταυτοποιούμε τα V0

Υπολογίζουμε την (αμετάβλητη) μάζα

Διατήρηση ενέργειας $E = E_1 + E_2$

Διατήρηση ορμής $\mathbf{p} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2$

Ολική ενέργεια κινούμενου σωματιδίου $E^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4$

Θεωρώντας $c=1$ $E^2 = p^2 + m^2$

$$E_1^2 = p_1^2 + m_1^2 \quad E_2^2 = p_2^2 + m_2^2$$

$$\begin{aligned} m^2 &= E^2 - p^2 = (E_1 + E_2)^2 - (\mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2)^2 \\ &= m_1^2 + m_2^2 + 2E_1 E_2 - 2\mathbf{p}_1 \cdot \mathbf{p}_2 \end{aligned}$$

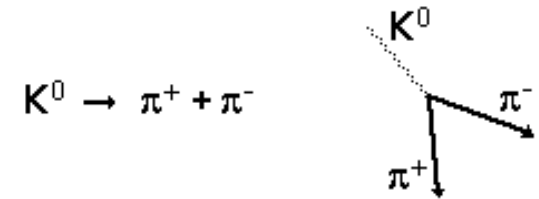
Βρίσκουμε τη μάζα του αρχικού σωματιδίου από τις μάζες και ορμές των προϊόντων της διάσπασης

Ακτίνα καμπυλότητας του ίχνους λόγω του (γνωστού) μαγνητικού πεδίου

➡ Ορμή $p_1 + p$

$$P = Q \cdot B \cdot R$$

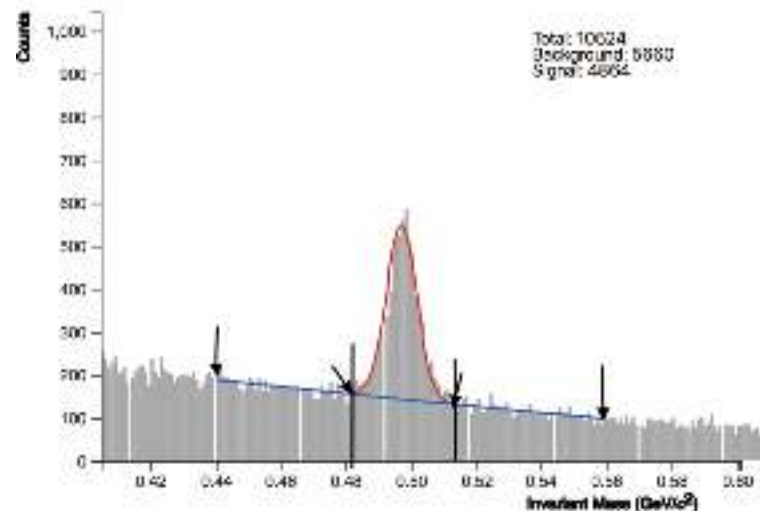
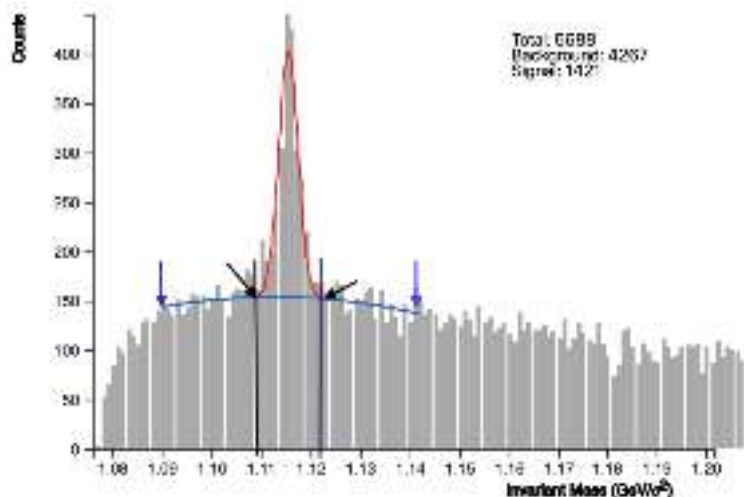
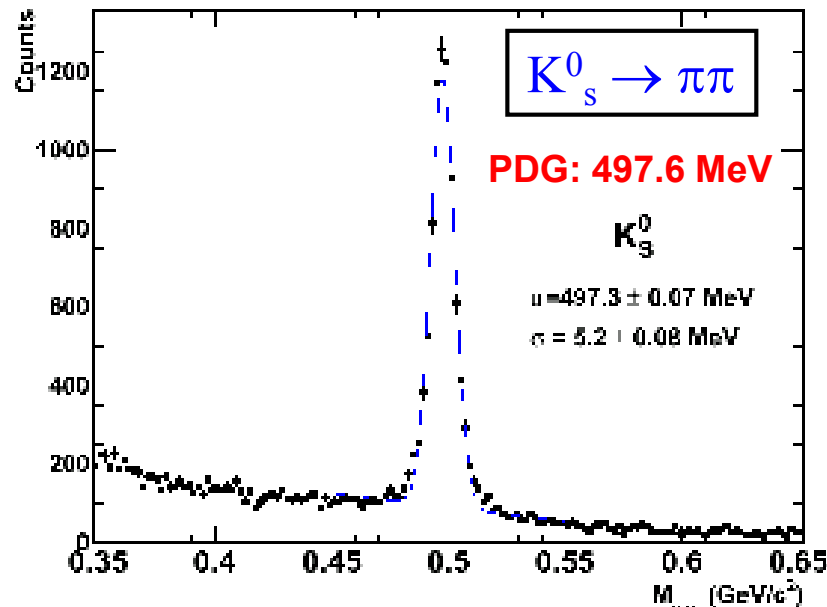
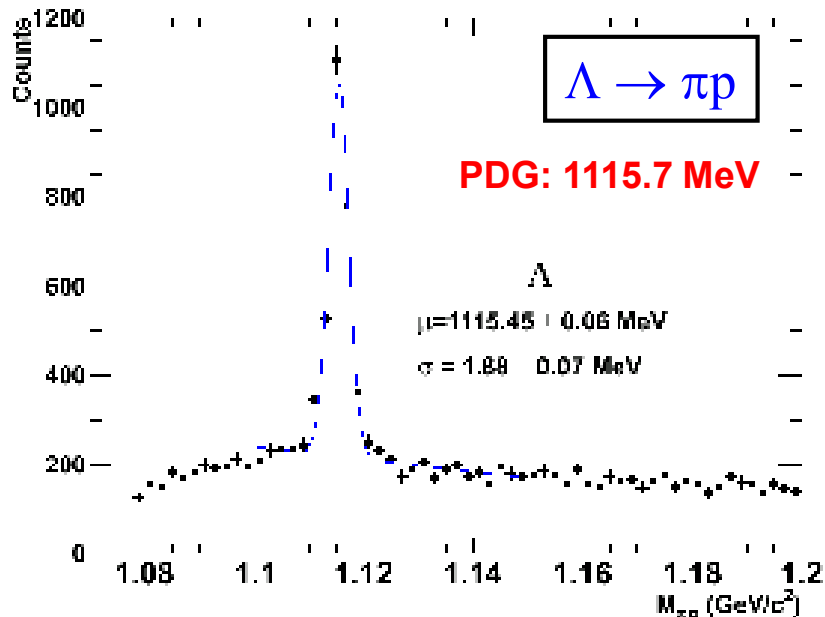
Ταυτοποίηση των σωματιδίων από ένα σύνολο ανιχνευτών ➡ μάζες m_1, m_2



Πορεία των μετρήσεων

- Ανάλυση μικρού αριθμού γεγονότων (ένα-ένα) για να βρούμε K , Λ , αντι- Λ σ'ένα δείγμα από συγκρούσεις πρωτονίων.
- Ανάλυση μεγάλου αριθμού γεγονότων για να βρούμε τον αριθμό των K , Λ , αντι- Λ σε γεγονότα από συγκρούσεις πυρήνων μολύβδου.
- Υπολογισμός του αριθμού των σωματιδίων K , Λ , αντι- Λ ανά αλληλεπίδραση
- Υπολογισμός του παράγοντα ενίσχυσης της παραδοξότητας

Κατανομές αμετάβλητης μάζας



Signal : Αριθμος σωματιδίων που μετρήσατε (N_{measured})

Efficiency = Αριθμος σωματιδίων που μετρήσατε / Αριθμος σωματιδίων που δημιουργήθηκαν =>
Αριθμος σωματιδίων που δημιουργήθηκαν = Αριθμος σωματιδίων που μετρήσατε / efficiency

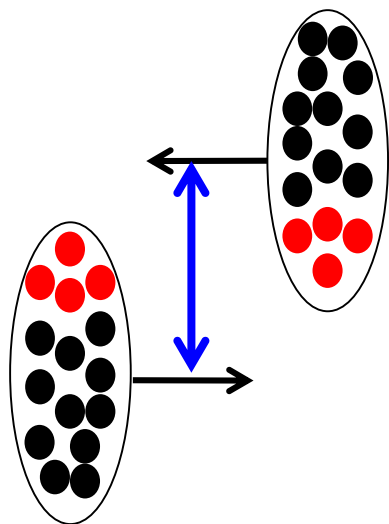
Αριθμος σωματιδίων ανά αλληλεπίδραση = Αριθμος σωματιδίων που δημιουργήθηκαν / N_{events}

Ενίσχυση της
παραδοξότητας

$$\frac{\text{Αριθμος των σωματιδίων ενός τύπου ανά αλληλεπίδραση PbPb} / \langle N_{\text{part}} \rangle}{\text{Αριθμος των σωματιδίων του ίδιου τύπου ανά αλληλεπίδραση pp}/2}$$

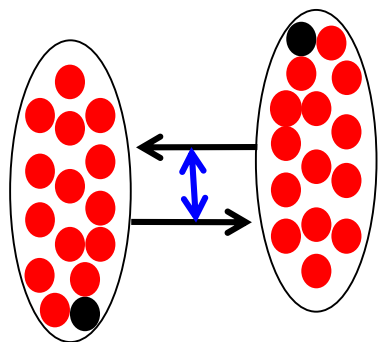
N_{part} Number of participants : αριθμός των νουκλεονίων (πρωτονίων και νετρονίων)
Που συμμετείχαν στην αλληλεπίδραση

Γεωμετρία της σύγκρουσης Pb-Pb



Περιφερειακή σύγκρουση

- Μεγάλη απόσταση ανάμεσα στα κέντρα των πυρήνων
- Μικρός αριθμός νουκλεονίων που συμμετέχουν → παράγονται λίγα φορτισμένα σωματρία (μικρή πολλαπλότητα)



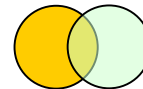
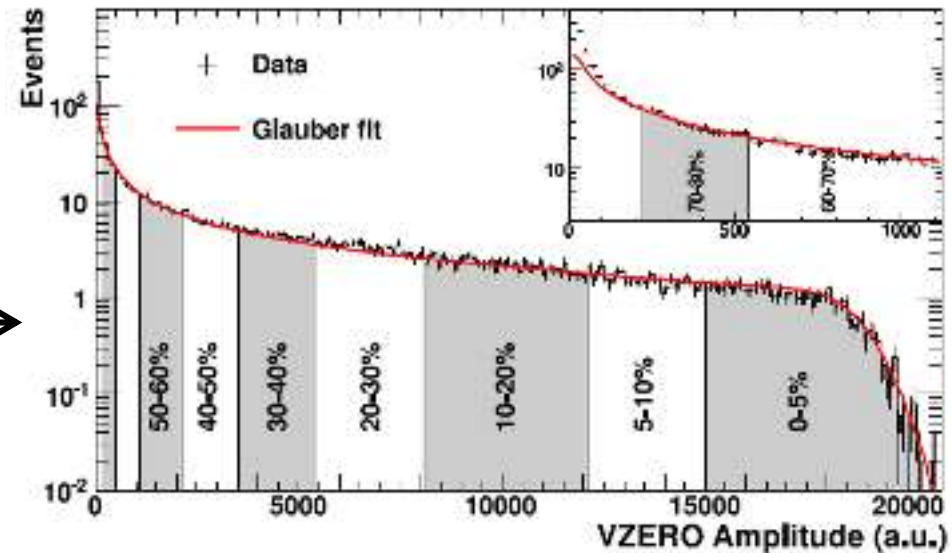
Κεντρική σύγκρουση

- Μικρή απόσταση ανάμεσα στα κέντρα των πυρήνων
- Μεγάλος αριθμός νουκλεονίων που συμμετέχουν → παράγονται πολλά φορτισμένα σωματρία (μεγάλη πολλαπλότητα)

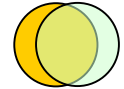
Γεωμετρία της σύγκρουσης Pb-Pb

Κατανομή πλάτους σήματος σε πλαστικούς σπινθηριστές V0 περιγράφεται με ένα απλό μοντέλο (Glauber, **κόκκινη γραμμή**).

Centrality	$dN_{ch}/d\eta$	$\langle N_{part} \rangle$	$(dN_{ch}/d\eta)/(\langle N_{part} \rangle/2)$
0%-5%	1601 ± 60	382.8 ± 3.1	8.4 ± 0.3
5%-10%	1294 ± 49	329.7 ± 4.6	7.9 ± 0.3
10%-20%	966 ± 37	260.5 ± 4.4	7.4 ± 0.3
20%-30%	649 ± 23	186.4 ± 3.9	7.0 ± 0.3
30%-40%	426 ± 15	128.9 ± 3.3	6.6 ± 0.3
40%-50%	261 ± 9	85.0 ± 2.6	6.1 ± 0.3
50%-60%	149 ± 6	52.8 ± 2.0	5.7 ± 0.3
60%-70%	76 ± 4	30.0 ± 1.3	5.1 ± 0.3
70%-80%	35 ± 2	15.8 ± 0.6	4.4 ± 0.4



ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΕΣ



ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ

centrality	<Npart>	Nevents	NKs	efficiency Ks	yield Ks	Ks enhancem
0-10	360	213	4816	0.26	86.963	1.933
10-20	260	290	4638	0.26	61.512	1.893
20-30	186	302	3750	0.29	42.818	1.842
30-40	129	310	2610	0.29	29.032	1.800
40-50	85	302	1493	0.29	17.047	1.604
50-60	52	300	777	0.29	8.931	1.374
60-70	30	315	409	0.35	3.710	0.989
70-80	16	350	149	0.26	1.637	0.819

↑
↑
↑
↑
↑
↑
↑

known
given
measured
given
calculated

Efficiency = $N_{\text{particles}}(\text{measured}) / N_{\text{particles}}(\text{produced})^*$

*assumption on efficiency values : to match yields in Analysis Note

Measurement of Ks and Λ spectra and yields in Pb–Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=2.76$ TeV with the ALICE experiment

Yield : number of particles produced per interaction

Yield = $N_{\text{particles}}(\text{produced}) / N_{\text{events}} = N_{\text{particles}}(\text{measured}) / (\text{efficiency} \times N_{\text{events}})$

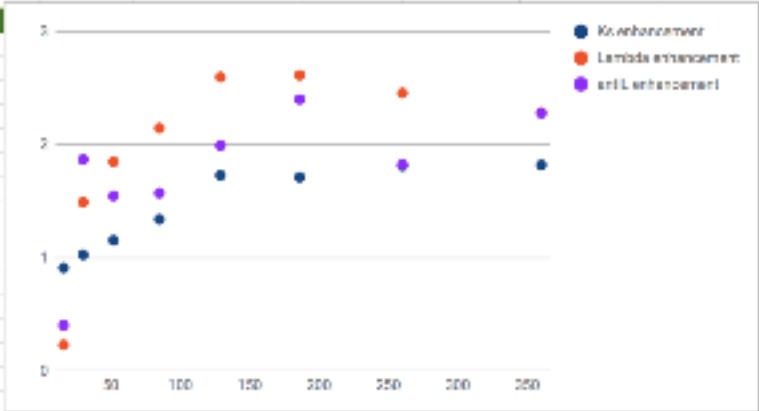
Strangeness enhancement: the particle yield normalised by the number of participating nucleons in the collision, and divided by the yield in proton-proton collisions*

K_s -Yield (pp) = 0.25 /interaction ; Λ -Yield(pp) = 0.0617 /interaction ; $\langle N_{\text{part}} \rangle = 2$ for pp

*pp yields at 2.76 TeV from interpolation between 900 GeV and 7 TeV

Analysis Note “Ks, Λ and anti Λ production in pp collisions at 7 TeV”

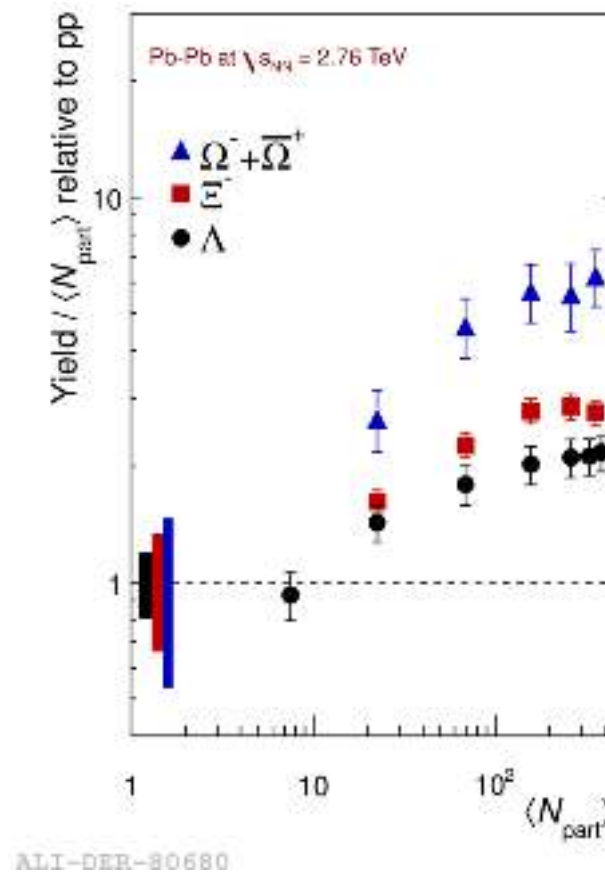
centrall -	<Npart-	Nevent -	NKs -	efficien -	yield K-	Ks enhancem -	Nlambd -	efficiency -	Yield Lambd -	Lambda enhancemen -	Nantlambd -	effic anti -	yield antiLar -	antiL enhancemen -
0-10	390	273	4539.00	0.26	81.942939	1.820864216	1091.00	0.2	25.37688886	2.28485395	1076.00	0.2	25.30518432	2.278512905
10-20	290	280	4439.00	0.28	59.972679	1.911487048	1200.00	0.21	19.7044335	2.458805597	891.00	0.21	14.83054197	1.924029656
20-30	198	302	3488.00	0.29	39.828444	1.71286535	997.00	0.22	15.00602047	2.815154924	915.50	0.22	13.77934979	2.401379468
30-40	129	310	2508.00	0.29	27.887884	1.730087884	705.00	0.22	10.3372434	2.587525783	541.00	0.22	7.83255132	1.993278635
40-50	85	302	1248.00	0.29	14.248828	1.341160351	374.00	0.22	5.629138073	2.146882838	274.00	0.22	4.124021874	1.57270347
50-60	52	300	853.00	0.28	7.5057471	1.154730327	178.00	0.2	2.866666667	1.848312222	149.00	0.2	2.483333333	1.548019781
60-70	30	316	425.00	0.35	3.8548752	1.027366742	87.00	0.2	1.380952381	1.492114844	109.00	0.2	1.73015873	1.868431367
70-80	16	350	166.00	0.26	1.8241758	0.9120879121	8.00	0.2	0.1142857143	0.2315350776	14.00	0.2	0.2	0.4051863857



Add 1000 more rows at bottom

Ενίσχυση της παραδοξότητας (Strangeness enhancement)

Ενα από τα πρώτα σήματα για το πλάσμα κουάρκ και γλουονίων



Αριθμος των σωματιδίων ενός τύπου ανά αλληλεπίδραση PbPb/ $\langle N_{part} \rangle$

Αριθμος των σωματιδίων του ίδιου τύπου ανά αλληλεπίδραση pp/2

Πορεία των μετρήσεων

- Ανάλυση μικρού αριθμού γεγονότων (ένα-ένα) για να βρούμε K , Λ , αντι- Λ σ'ένα δείγμα από συγκρούσεις πρωτονίων.
- Ανάλυση μεγάλου αριθμού γεγονότων για να βρούμε τον αριθμό των K , Λ , αντι- Λ σε γεγονότα από συγκρούσεις πυρήνων μολύβδου.
- Υπολογισμός του αριθμού των σωματιδίων K , Λ , αντι- Λ ανά αλληλεπίδραση
- Υπολογισμός του παράγοντα ενίσχυσης της παραδοξότητας



Main Menu

[Home page](#)

[Installation](#)

[Instructions for the Institute](#)

[Description of Exercises](#)

[English](#)

[.docx](#)

[.pdf](#)

[.docx \(web edition\)](#)



Welcome to ALICE International MasterClasses

