Z-Path Data Analysis with HYPATIA

Sandra Leone Masterclass, Pisa 25 Febbraio & 1 Marzo 2016

Sommario

- HYPATIA Event Display
- Identificazione delle particelle in ATLAS
- Classificazione degli eventi ("particelle prodotte in una collisione")
- Analisi dei dati
- Discussione dei risultati

Le diverse componenti del rivelatore ATLAS



I Neutrini sono identificati solo indirettamente dall'energia mancante non registrata dai calorimetri

Tracking detector

-Misura carica e impulso di particelle cariche in campo magnetico (solenoidale)

Electromagnetic calorimeter

-Misura energia di elettroni, positroni e fotoni.

Hadronic calorimeter

-Misura energia di adroni (particelle contenenti quarks) come protoni, neutroni, pioni

Muon detector

-Misura carica e impulso di muoni e anti-muoni in campo magnetico

HYPATIA Event Display



HYPATIA Event Display



ATLANTIS Canvas Window (in cornice **rossa**) and ATLANTIS GUI Window (in cornice **blu**)



ATLANTIS Canvas mostra gli eventi come vengono visti in ATLAS, e fornisce molti tipi di visualizzazione

Usa tutte le visualizzazioni per ottenere l'informazione completa di quali particelle sono nel rivelatore

Ci da` anche Run Number ed Event Number dell'evento in ATLAS (classificazione degli eventi)





•Ci mostra le particelle in tutte le le regioni del rivelatore ATLAS



In alto a sinistra

Visione trasversa (rispetto ai fasci) del rivelatore (proiezione *x*-*y*)

<u>Attenzione</u> solo le particelle ricostruite nella regione centrale sono visibili





In alto a destra

Lego plot (e` come se i calorimetri fossero 'srotolati')

Mostra l'entita` dei depositi di energia visti da tutte le regioni dei calorimetri elettromagnetico ed adronico in eta (η) e phi (Φ)



In alto a destra

Lego plot (e` come se i calorimetri fossero 'srotolati'

Mostra l'entita` dei depositi di energia visti da tutte le regioni dei calorimetri elettromagnetico ed adronico in eta (η) e phi (Φ)









- Aprire 'This PC'
- Selezionare disco 'share'
- Selezionare 'leone infn'
- Selezionare 'distribuzione'
- Selezionare 'ATLAS'
- Selezionare 'esercizio'

Doppio click su Hypatia_7.4_Masterclass Executable Jar File

HYPATIA Event Display – ATLANTIS GUI

ATLANTIS GUI (cornice **blu**) permette di cambiare l'aspetto dell'evento e di ottenere informazioni sulle tracce e i depositi di energia nel calorimetro.

Si selezionano i file di input e gli eventi

Menu di selezione

Finestra di output (in basso a destra) per visualizzare altre informazioni e effettuare tagli

File Image: Constraint of the system Image: Constraint of the system Image: Constraint of the system Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Reserve ETMis: 6.487 GeV op: 1.784 rad Collection: MET_RefFinal gazionel/Masterclass/MC2013\Dataset3\groupA.zip\event001.xml Image: Constraint of the system Image: Constraint of the system Image: Constraint of the system	t Canvas
Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Rese ETMis: 6.487 GeV φ: 1.784 rad Collection: MET_RefFinal gazione\Masterclass\MC2013\Dataset3\groupA.zip\event001.xml Ø → O	t Canvas
ETMis: 6.487 GeV φ: 1.784 rad Collection: MET_RefFinal gazione\Masterclass\MC2013\Dataset3\groupA.zip\event001.xml ♀ ♀ ◎→ O1	1 o%
gazione\Masterclass\MC2013\Dataset3\groupA.zip\event001.xml 🗣 🗭 ⊙→ O1	a o 🗞
	~
Tracks Physics Objects	
Track +/- P [GeV] Pt [GeV] φ	θ
Tracks 1 + 42.85 29.94 0.105 0.774	
Tracks 4 + 15.80 5.89 -1.755 0.382	
Tracks 5 - 31.32 12.07 2.361 2.746	
HYPATIA - Control Window Decontrol Vindow Decontrol Vindow	
Projection Data Cuts InDet Calo MuonDet Objects Geometry	
InDet Name Value	
MuonDet VIPU > 5.0 GeV	<u> </u>
Objects	
ATLAS 20.0 cm	<u>њ</u>
□ d0 Loose < 2.0 cm	Ű

HYPATIA Event Display – ATLANTIS GUI

File management



Click sul simbolo del dischetto e selezionare nel menu che compare, per caricare gli eventi, dal disco condiviso dove dovete selezionare i dati che vi sono stati assegnati (gruppo3 o gruppo4 e la lettera corrispondente)

Click sulla freccia blu a destra del nome del file per scorrere all'evento successivo

HYPATIA Event Display – ATLANTIS GUI

Settings cards

8

3



Identificazione di particelle – Elettroni / Positroni





Traccia nel rivelatore interno

Molta attivita` (segnali gialli) nel calorimetro elettromagnetico (tutta l'energia viene depositata la`)

Ricorda di selezionare la traccia candidato-elettrone e trovare il suo impulso e la sua carica

Charge = -1 = elettrone Charge = 1 = positrone

Identificazione di particelle – Muoni / Antimuoni

Traccia nel rivelatore interno

Traccia nel rivelatore di muoni (qualche volta il software disegna una connessione tra le due tracce, in questo esempio e` una linea tratteggiata gialla)

Poca attivita` nei calorimetri elettromagnetico e adronico (la poca energia depositata si allinea bene con la traccia)

Ricorda di selezionare la traccia candidato-muone e trovare il suo impulso e la sua carica

Charge = -1 = muone Charge = 1 = anti-muone



Identificazione di particelle – Neutrino / Antineutrino

Neutrino trovato indirettamente dal calcolo dell'energia "mancante"

Indicato con una linea rossa tratteggiata

Lo spessore della linea indica la "grandezza" della energia mancante.

Il valore corrispondente alla energia mancante e` indicato esplicitamente nel Lego Plot

Il neutrino non ha carica



Identificazione di particelle – Jets



I jets sono dovuti alla produzione di sciami di adroni

Appaiono come sciami di particelle nel rivelatore di tracce (molte tracce)

Molta attivita` nei calorimetri sia elettromagnetico che adronico

Ci potrebbero essere anche segnali nelle camere per i muoni se alcune particelle riescono ad uscire attraversando tutti i calorimetri (ma questo non e` molto comune)

Identificazione di particelle – Fotone



I fotoni appaiono come depositi nel calorimetro elettromagnetico

Usiamo la funzione "**Physics Objects**" anziche` "tracks", perche` non ci sono particelle cariche corrispondenti.

Scopo dell'esercizio

Identificare eventi Z nei decadimenti:

- elettrone-positrone
- muone-antimuone

Identificare eventi con particelle di Higgs nei decadimenti:

ZZ, seguito dal decadimento degli Z in una coppia leptoneantileptone (quindi <u>quattro</u> particelle cariche dal decadimento di Higgs)

- Ricorda: il bosone Z e il bosone di Higgs sono neutri, pertanto la somma delle cariche dei loro prodotti di decadimento deve essere uguale a zero
- Identificare eventi di fondo, cioe` dovuti ad altri processi:
 - Jets
 - Decadimenti di bosoni W (una sola particella carica)

$Z \rightarrow e^+ e^- (1)$



In entrambe le proiezioni vediamo diverse tracce nel sistema di tracciatura e depositi (in giallo) nel primo strato del calorimetro (I parte in verde). Questi sono segnali della presenza di elettroni.

$Z \rightarrow e^+ e^- (2)$

V 115 Window - File: JiveXML_165632_09305210 ATLAS 2010-09-24 08:03:55 CEST source	JiveXML_165632_89305216 HYPAT	TA Previous Event N ETMis: 0.663	HYPATIA - Track M Ext Event Insert Electron GeV p: -0.317 rac	omenta Wind M on Insert M Collect	low X luon Delete 1 ion: KET_Refri	frack Reset C
		Epits/xml/user.ma	usenp.zpath.Eis/jivexML_	165632_89305	216. xmi 😋 😒	o 10 0
A OBO		Track Tracks 1 Tracks 72	+/- P [GeV] + 61.94 - 83.25	Pt [GeV] 46.66 31.18	2.336 -0.642	θ 2.288 1.216
		InDetTrack (id: 1 ind storegate key: Track numHits = 28 d0 = -0.081 ± 0.00, z0 = -7.900 ± 0.00, lz0-zVexi = 0.059 ± phi0 = 133.834 ± 0, $\eta = -0.789 \pm 0.001$ t1 = -0.873 ± 0.001 pT = 46.66 CeV ± 1 p = 61.94 LeV chi2/numDoF = 1.9 numPixelHits = 3 numSCTHits = 9 numRTHits = 12 InDetTrack (id: 72 im storegate key: Track numHits = 45 d0 = 0.092 ± 0.001 z0 = -7.926 ± 0.001 z0 = -7.926 ± 0.001 z0 = -33.239 ± 0, $\eta = 0.363 \pm 0.001$ tL = 0.371 ± 0.001 pT = -31.18 CeV ±	ex: 1) 5 1 cm 7 cm m 008* (2.336 ± 0.000 ra 642 CeV 070545 dex: 72) 5 cm m 009* (5.642 ± 0.000 ra 0.599 CeV	d) d)		

Se ingrandiamo la vista laterale abbiamo una coppia elettrone-positrone (notare la differenza di CARICA). Tipico evento Z-> e+ e-

$Z \rightarrow \mu^+ \mu^-$

ATLAS 2010-10-07 21:11:18 PDT source:jiveXML	166466_52240871_HYPATIA	IA - Track Mon	eenti Windov Ə Event Inser	a t Electron	Insert	L Muon	Delet
	ett nälliekälligolare	0.568 GeV p Class/zpath/Mus/ji Reconstru	-0.573 rad veXX6_166466_ ucted Tracks	Collection 52240071 xm	t: HET Re	Final ⊗→ 013	60
	Tracks 0 Tracks 3 Tracks 6 Tracks 7 Tracks 10 Tracks 10 Tracks 11 Tracks 13 Tracks 13 Tracks 13 Tracks 13 Tracks 13 Tracks 25 Tracks 26 Tracks 57 Tracks 57 Tracks 72	frack + + + + + + + + + + + + + + + + + + +	126 71 7 78 120 76 2 97 2 83 2 99 8 03 5 87 6 06 8 08 1 50 1 57 2 69 3 42 1 09 1 97 2 8 08	Pt[Gev] 29.23 4.24 61.65 1.31 1.06 1.20 1.47 1.19 2.69 4.16 1.36 1.00 1.16 2.15 1.09 1.34 7.80	9 1 659 1 928 1 257 0 062 2 356 2 472 2 757 0 771 2 043 2 582 2 582 1 943 0 327 0 765 2 065 2 460	0 233 0 577 0 536 2 686 2 757 0 415 2 958 0 204 2 681 0 540 2 002 0 689 2 697 0 679 1 510 0 745 0 281	
-10 0 X (m) 10	HYPAT	A - Control W ion and Window Calo MuonDe Projection	r Control Ou Parameter et Objects	rtput Displa Control Geometry Data	7	Cuts	
	InDet Calo MuonDe	t 2 (Pt)	Name	> 10 GeV	Value		-
	Object	2 [d0]		< 6.5 mm			
		Ido Loos	•1	< 2.0 cm			
		z0-zVtx	67	< 2.5 mm			
		Layer		> 0			
	terrest in the literature of t	- Atumb and	ALC: NOT THE OWNER	200			

Sia nella vista laterale che longitudinale vediamo molte tracce di particelle. Cio` e` tipico del rivelatore ATLAS. Nella vista longitudinale si vedono chiaramente due muoni. L'impulso mancante e` molto piccolo: no neutrini.

Fotoni (1)

Two clusters

O O Canvas Window - File: event013.xml Run: 185649	Event: 14254557	000		HYP	ATIA - Track	Mome	nta Windo	w.			
	6	4		\$	8	μ	Y	X		- 49	
	_7547.6eV)	Previous Eve	nt Next	Event	Electron	Muon	Photon	Delete Tr	ack	Reset Ca	anv
		ETHIS:	13.073 Ge	ev q	: 3.120 rad	1 0	ollection	: HET_RefFi	nal		
		events/q	proup04.zip	/event01	3.xml			44	⊗→	on of	6
		Track	15	(Physics Obje	ects					
		Tri	ick	+/-	P [GeV]	Pt	[GeV]	φ		θ	
	- "	Tracks 0		+	5.23	1.28		-0.782	2.895	1	
		Tracks 4		+	3.70	1.09		-0.886	2.841		
		Tracks 5		-	4.98	1.26	-	-1.768	0.256		
		Tracks 6		+	5.02	2.43	(0.400	0.506		
		Tracks 7		+	5.52	1.24		-0.000	2.915		
		Tracks 10		-	3.93	1.06	-	-0.737	2.869		
	- 1	Tracks 11		+	3.03	1.44		2.820	0.495		
		Tracks 15		-	2.35	1.51	-	2.260	2.445		
		Tracks 21		-	2.03	1.78	(0.170	1.065		
		Tracks 26		+	1.41	1.24	-	-2.876	1.068		
	7+1+1+1+1	Tracks 29		-	2.08	1.34		0.148	2.439		
		Tracks 36		-	1.36	1.36	-	-1.320	1.665	_	
	C TTTTTTTT	Tracks 37		-	1.25	1.10		-0.811	1.076	_	
	· ////////////////////////////////////	Tracks 38		-	9.73	1.05		1.005	2.840		
	", 1111111	Tracks 59		-	3.00	1.01	-	2 824	2.049	-	-
	CHHHH	000			HYPATIA - C	ontrol	Nindow				=
		Parameter C	ontrol In	teraction	and Window	w Contr	ol Out	nut Display	_		
	5 90 100 275 100	Projection	Data C	ute In	Det Calo	Mue	Det 0	blacts Can	matry		
	2	Projection	Data C	uts [m	Det Calo	Muor	iber O	ojects Geo	metry	-	
		Calo		Name	t			Value		8	
		MuonDet	🗷 (Pt)			> 1.0	GeV				
	T T	Objects	💌 (d0)			< 2.5	mm			-	
		ATLAS	💌 (z0)			< 20.0) cm				
			🗌 d0 Loo	sel		< 2.0	cm				
			🗌 z0-zVt	x		< 2.5	mm			A	
			Layer			> 0				10	
			Number	Pixel Hit	s >	= 3					

 $\leftarrow \triangleright \rightarrow \oplus \sqcap X$

Vediamo molte tracce e rilascio di energia (o cluster, in giallo) nel calorimetro elettromagnetico (parte verde). Le due "torri "nel lego plot corrispondono ai due depositi energetici. Attenzione: NON ci sono tracce in corrispondenza dei due cluster quindi questi NON possono essere elettroni

Fotoni (2)

After pT cut	Applicato tag	glio i	in F	^P t > 5	5 (Ge'	V÷			٢.
O O O Canvas Window - File: event013.xml Rx	un: 185649 Event: 14254557	000		HYPATIA - 1	Frack M	fomenta W	indow			
	OC	Previous Ev ETHis events	ent Nex : 13.073 d /group04.zi	¢ Event Electro iev φ: 3.120 p/event013.xml	n M rad	Uon Pho Collec	V ston Dele tion: HET_R	X tte Track tefFinal ♥♥ ⊗→	Rese	et Cam
		Trac	**	Physics	Cojeci					_
		T	rack	P [GeV]	_	Pt [GeV]	φ		θ	
		Object 0		49.03	48	.71	-2.834	1.45	6	_
		object 1		01.21	24	15	0.588	2.20	0	
		Parameter (Control 1	HYPATU	ndow (ntrol Windo	w Output Disp	alay	1	_
		InDet	- Drata	cuts [moret] t	aro		objects	deometry		
		Calo		Name	_		Value			86
		MuonDet	E IM		>	5.0 GeV				
		Objects	💌 (d0)		<	2.5 mm			-	
		ATLAS	E 1201		<	20.0 cm				
			Id0 Le	osel	<	2.0 cm				
			120-24	tel.		2.5 mm				
						0				\$
			Cayer	-	2	-				
			Numbe	er Pixel Hits	>=	3			-	

Cambiando il taglio sull'impulso (Pt) da 1 GeV a 5 GeV tutte le tracce spariscono. Nella finestra dei momenti delle tracce passiamo dalla opzione "Track" a quella "Physics Objects". In questo caso gli oggetti nel calorimetro sono fotoni

Quattro leptoni (1) (H \rightarrow Z Z $\rightarrow \ell \ell \ell \ell \ell$)

Four leptons								t 🖸	
Canvas Window - File: event015.xml Run: 187014 Event: 105211056	000		Н	YPATIA - Tra	k Mo	menta Win	dow		
	Previous Eve	ent No	ext Event	Electron	Mue	n Photo Collecti	Delete	Track R	eset Canva
$\tilde{s} = \tilde{s}$	events/	group04.	tip/event	015.xml			4		on os
	Trad	ks	t	Physics Obj	ects	1			
	Tr	ack	+/	- P [GeV]		Pt [GeV]	φ		0
	Tracks 2		-	4.84	4	70	1.579	1.329	-
	Tracks 4		*	5.29	5	09	-1.980	1.250	
	Tracks 5			153.74	8	4 09	2.378	2 563	
	Tracks 7		+	4.78	1	43	1,891	0.304	
	Tracks 8		-	76.79	7	5.28	-0.804	1.372	
	Tracks 9		+	3.12	3	.06	1.630	1.376	-
	Tracks 10		+	9.37	2	37	1.889	2.886	
	Tracks 11		+	67.65	4	4.90	0.154	2.416	
	Tracks 12		-	2.90	1	.00	1.197	2.790	
	Tracks 13		+	2.38	1	.34	-2.044	0.598	
	Tracks 16		-	1.54	12	20	-1.585	2.271	
	Tracks 18		-	1.52	1	39	-2.710	1.157	
	Tracks 22			4.18	1	74	-1.742	2.711	_
	Tracks 28		+	5.35	5	.27	1.687	1.397	-
	1000	_		UVPATIA -	Cont	nol Window			
	Parameter	Control	Interac	tion and Wind	ow C	ontrol 0	utput Displa	w l	1
	Projection	Data	Cuts	InDet Cale	1	duonDet	Objects 0	Geometry	3
	InDet		N	ame			Value	1	100
"Heread and a second se	MuonDet	Pt)			>	1.0 GeV			-
	Objects	100 M			<	2.5 mm			4
	ATLAS	120 Iz0			<	20.0 cm			1-
		1d0	Loose		<	2.0 cm			
		120-	zVtx		<	2.5 mm			
		Laye	r		>	0			0
		Num	ber Pixel	Hits	>=	3			-

Ci sono molte tracce, 2 delle quali sono muoni (guardare sempre tro entrambe le rappresentazioni grafiche). Ci sono anche due depositi di ndi energia (cluster)

Quattro leptoni (2) (H \rightarrow Z Z $\rightarrow \ell \ell \ell \ell \ell$)

4 Leptons after pT cut

+>+⊕ď X

File Name	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	φ	η		M(2) [GeV]	M(4) [GeV]	e/r	n/g	
event015.xml	8.258	Tracks 6	153.7	+	84.1	2.378	-1.212		91.056	291.010	m		-
		Tracks 72	35.5	-	35.4	-2.835	0.027		10000000000		m		
		Tracks 8	76.8	-	75.3	-0.804	0.200	_	89.645	1	e		-
		Tracks 11	67.6	+	44.9	0.154	-0.968	_			e	_	-
N. S.	1000	Nr.				HY	PATIA - Traci	c Mo	omenta Window				
	····			ett.	4	4	8	1	A Y	X	4	60	
				rile p	revious Event	Next Event	Electron	Mu	on Photon	Delete Track	Reset	Can	as
		79			ETMIS: 8.	258 GeV	φ: 0.541 rad	E	Collection:	MET_RefFinal			
				ev	ents/group04.2	tip/event015.x	ml			44	⊙→ (a	6°C
	\sim		1		Tracks	Phy	sics Objects						
		36			Track	+/-	P [GeV]		Pt [GeV]	φ	1	θ	
		11 12 100000000000000000000000000000000	ingengeng .	Tracks 6	, ,	+	153.74	-	84.09	2.378	2.563		
		11 Hotel	1111	Tracks 8	1	+	76.79		75.28	-0.804	1.372		
			to fair for the second	Tracks 1	1	+	67.65	-	44.90	0.154	2.416		
			11111	Tracks 7	2	-	35.46	_	35.44	-2.835	1.544		_
	///	1 Anton	let to the					2005				_	
		• ; }]	11111	000	1		HYPATIA - C	ont	rol Window		_	-	
		1.5	11111	Parame	eter Control	Interaction an	nd Window Co	ntro	Output Dis	play			
and the second s		· · · ·	*0 100 277 10 #	Project	tion Data	Cuts InDe	t Calo M	uon	Det Objects	Geometry			
		Augustana and		InDe	et	Name		1	jį, s	Value			R
	And the second s			Cali	Det VIPt			>	12.0 GeV		-		
- R		N		Ohier	ts 2 Id01				2.5 mm				
- 1	a second		-	ATL	15				£				_
					✓ [20]			<	20.0 cm				
ali					🗌 (d0 L	oose)		<	2.0 cm				
	The story of the				2 z0-z	Vtx		<	2.5 mm		1		5
	Contractor of the second	and the second se			Laver			>	0		_		
					and and and								

Se si aumenta il taglio in Pt a 12 GeV rimangono solo 4 tracce: I due muoni di carica opposta e I due elettroni di carica opposta. Ciascuna delle due coppie viene dal decadimento di uno Z. Questo e` un evento ZZ che decade in 4 leptoni.

Quattro leptoni (3) (H \rightarrow Z Z $\rightarrow \ell \ell \ell \ell \ell$)

4 tracks pointing to clusters

< ► → ⊕ ⊡ X

File View Histograms Preferences Help File Name ETMis [GeV] Track P [GeV] +1-Pt [GeV] M(2) [GeV] M(4) [GeV] iφ η. e/m/g 42.8 89.939 event006.xml 8.495 Tracks 1 71.4 0.691 1.100 229.736 Tracks 59 49.4 43.7 -2.245 0.505 87.551 Tracks 6 23.6 20.0 1.567 0.594 e 87.4 -1.423Tracks 12 39.8 -1.602æ HYPATIA - Track Momenta Window

Previous Eme	Event M Is: 8.495 s/group04	Vext Event GeV 0	Electron p: 0.537 ri 006.xml	Muon id Col	Y Photon lection: H	Delete	Track inal ⊗→	Res 01	et Ca
Tracks 1 Tracks 6 Tracks 59	acks Track	+/+++++++++++++++++++++++++++++++++++++	Physics O - P [Ge' 71.41 23.58 87.39 49.43	bjects /] Pr 42.80 19.95 39.82 43.73	[GeV] 0.6 1.5 -1. -2.	φ 91 67 602 245	0.6 1.0 2.6 1.0	8 43 109 168 186	
Parameter Projection	Control	Interaction Cuts	HYPATIA - on and Wind InDet Cal	Control Wi low Contro o MuonI	ndow Output Det Objec	Display ts Ge	ometry		
Calo MuonDet Objects ATLAS	 ✓ (Pt) ✓ (d0) ✓ (z0) 	Nan	ne	> 5.0 Ge < 2.5 mi < 20.0 c	Valu V m m	e			86
	d0 z0- Laye	oose) zVtx) r		< 2.0 cm < 2.5 mm > 0	m				в

In questo evento dopo un taglio a 5 GeV rimangono 4 tracce, e ogni traccia punta ad un deposito di energia nel calorimetro (cluster). Ciascuna delle coppie deriva dal decadimento di uno Z. Questo e` un evento ZZ che decade in 4 elettroni

FONDO: Jets



Questi eventi possono essere riconosciuti in due modi:

- 1. Puoi vedere un 'getto' di particelle in entrambe le visioni
- 2. il valore dell'impulso trasverso mancante e` notevolmente maggiore di zero e segnala la produzione di uno o piu` neutrini

FONDO: W



W event in the end view



Nella visuale in sezione si vede chiaramente un muone (o un a

In questo tipo di eventi si osserva una notevole (> 25 GeV) quantita` di impulso trasverso mancante e una sola traccia carica

Cerca e trova attraverso la MASSA

- Il tuo obiettivo principale è quello di misurare la massa del bosone Z e di eventuali altre particelle presenti nel campione di dati. Fra queste ultime, dovrai scovare anche il bosone di Higgs.
- Le tue immagini delle collisioni (event-displays) contengono un insieme di eventi con
 - bosoni Z (ed altre particelle) che decadono in coppie elettrone-positrone e muone-antimuone,
 - candidati Higgs in coppie fotone-fotone,
 - candidati Higgs in 4 leptoni,
 - ma anche tipologie completamente diverse di prodotti di collisioni che abbiamo definito <u>eventi di fondo</u> - come getti (fiotti di particelle) originati da quark e gluoni, e bosoni W.

Analisi Dati

Come sono stati divisi I dati

 Ogni campione di 1000 eventi e` stato separato in 20 sub-campioni con nomi che vanno da A a T, ognuno contenente 50 eventi

Di cosa abbiamo bisogno

- II programma HYPATIA (Event display) (installato sui PC)
- I dati
- Il foglio dei conteggi (stampato)

Analisi dati – Il foglio dei conteggi



Cosa scrivere sul foglio dei conteggi ...

Lettera corrispondente al campione di dati da analizzare

Il foglio dei conteggi ti serve solo per prendere appunti

Numero identificativo

L'ultima colonna e` per le somme

Cosa fare: (1)

- In HYPATHIA, per ogni evento, cerca indicazioni della presenza di:
 - In coppie elettrone-positrone o muoneantimuone,
 - un candidato bosone di Higgs in coppie di fotoni
 - un candidato bosone di Higgs in due coppie di leptoni (e+e-e+e-, e+e-μ+μ-, μ+μ-μ+μ-)
- compila il foglio che ti è stato dato.
- Se non sei in grado di identificare uno dei decadimenti di cui sopra, l'evento è probabilmente un <u>evento di fondo</u> (assenza di coppie di leptoni con segno opposto o coppie di fotoni), ignora l'evento e procedi col successivo

Cosa fare: (2)

HYbrid Pupi File View H

JiveXML 10605

Se ritieni di aver visto una delle particelle sopra elencate, <u>seleziona le tracce o gli oggetti corrispondenti ed inseriscili</u> nella tabella del calcolo di massa invariante di HYPATIA.

<u>ه</u> H۱	PATIA - Track Mor	menta Windo	N	-	_							23
File	4	4	8	μ	1	V	Х		\Leftrightarrow			
rile	Previous Event	Next Event	Electro	n Muon	Pho	oton D	elete Trac	k Res	et Canvas			
	ETMi	s: 13.877 (GeV	φ: 0.785	rad	Col	lection:	MET Re	fFinal			
	events\events4.zip\JiveXML_106051_1950731.xml											
	Tracks		Physics	Objects								
	Track		+/-	P [Ge	V]		Pt [GeV]		φ		θ	
Track	ks 0	-	1	1.68		4.28		-1.31	9	0.375		
Trac	ks 1	+	1	26.06		39.41		-2.41	3	0.318		
Track	ks 2	+	4	.57		4.56		-2.783	3	1.649		
Track	ks 3	-	1	67.90		53.01		0.906		0.321		
Track	ks 4	-	1	.34		1.33		-2.94	9	1.475		
Track	ks 5	-	1	.75		1.74		-3.09)	1.645		
s Tool fo	r Interactions in ATLAS - ve	ersion 7.4 - Invarian	t Mass Windo	w		0.04	ue fails	4.04		0.044		
s Prefe	erences Help											
ne	ETMis [GeV]	Track		P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	φ	η	M(2) [GeV]	M(eeee) [Ge	V] M(eer	mm) [GeV
31.xml	13.877	Tracks 1	1	26.1	+ 39).4	-2.413	1.830				

Se hai individuato una coppia elettrone-positrone o muone-antimuone potresti aver trovato un bosone Z Se hai individuato <u>due coppie di leptoni</u>, inserisci tutte e due le coppie nella tabella della massa invariante: <u>potresti aver trovato un candidato Higgs con</u> <u>decadimento in 4 leptoni</u>!

- Se credi di aver trovato un bosone di Higgs che decade in una coppia di fotoni, carica entrambi i fotoni nella tabella di HYPATIA.
- NON scartare eventi sulla base della massa invariante

Cosa fare: (4)

- Se credi che l'evento sia invece frutto di un processo di fondo (assenza di coppie di leptoni con segno opposto o coppie di fotoni), <u>ignora l'evento e procedi col successivo.</u>
- Dopo aver analizzato tutti gli eventi, esporta la tabella della massa invariante da HYPATIA:
- File->Export Invariant Masses.
- Save in: leone infn -> risultati->ATLAS
- Il nome da dare al file e` Invariant_Masses_3X.txt con X corrispondente alla propria 'lettera'

Pronti per iniziare!!