

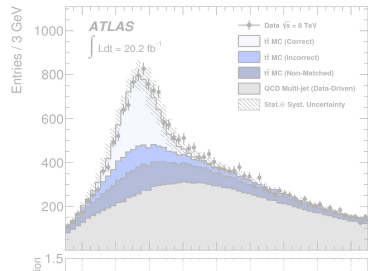


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI  
**FEDERICO II**

# Analisi dati in fisica subnucleare

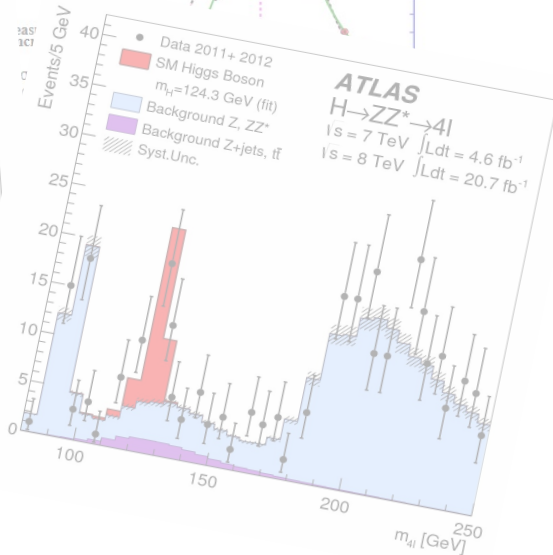
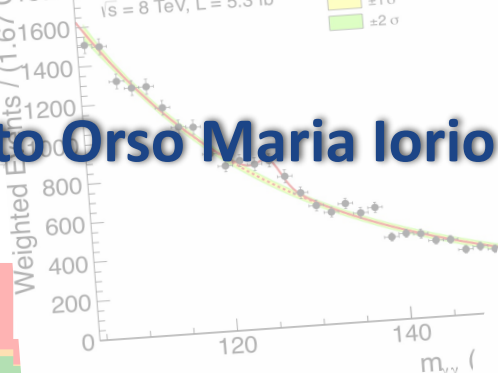
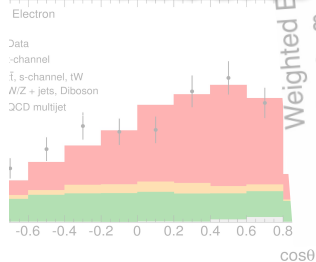
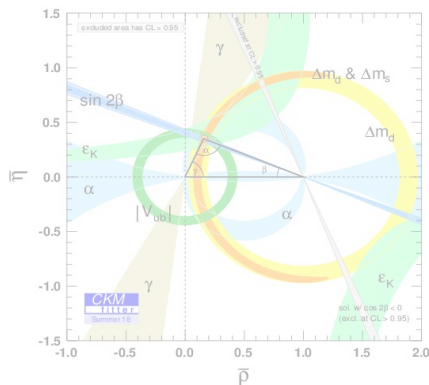
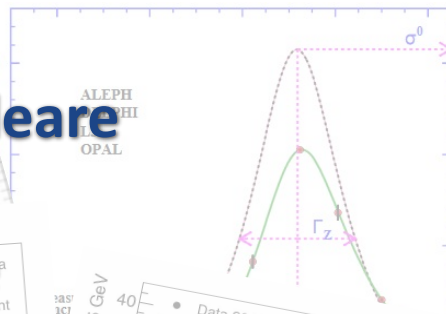
## Lavoro di esercitazione

**Alberto Orso Maria Iorio**



liminary

Axial-vector meson  
Dirac DM  
 $g_{DM} = 1.0$   
 $g_{DM} = 0.25$   
 $g_{DM} = 0$



# Scopo dell'esercitazione

**Ci sono 2 steps nell'esercitazione da svolgere a partire dal campione di dati:**

L'esercitazione è stata pensata riprodurre un piccolo campione di dati (3.1 pb) con il quale è stata per la prima volta ritrovata ad LHC la coppia top quark-antiquark.

1) ottimizzazione di una selezione di muoni prompt e non-prompt, tag and probe

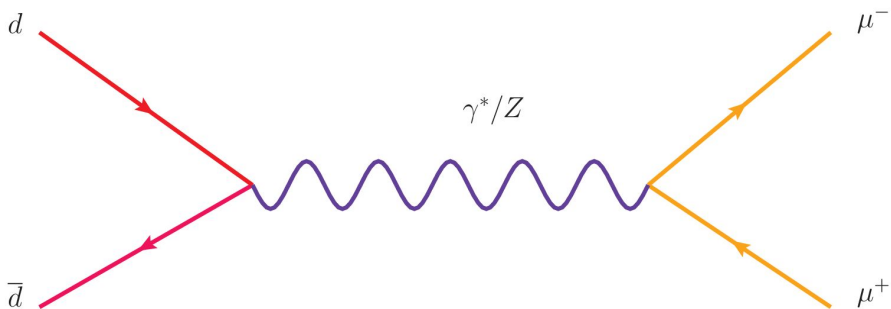
2) ricerca di un canale “raro” di  $t\bar{t} \rightarrow Wb Wb \rightarrow l\nu b l\nu b$

Il risultato sarà una presentazione da discutere insieme sui risultati ottenuti.

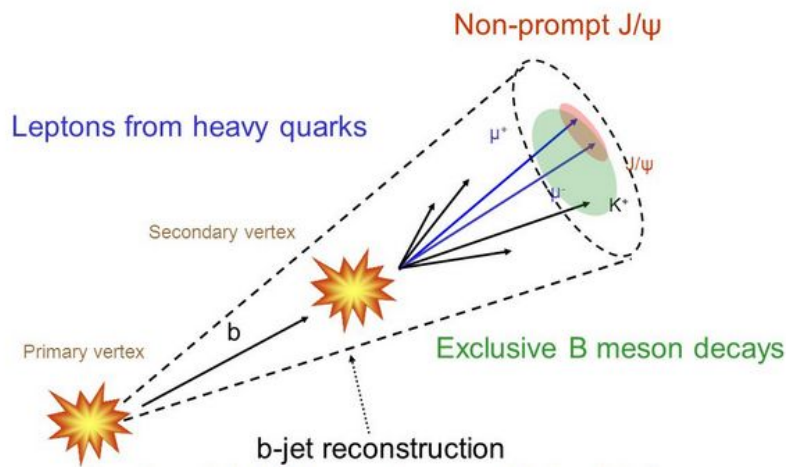
# Parte 1: muoni prompt vs non-prompt

I muoni “prompt” provengono da un decadimento di un oggetto prodotto direttamente nell’interazione primaria, ad es.  $pp \rightarrow Z \rightarrow \mu\mu$ ,  $pp \rightarrow tt \rightarrow b\mu\nu$   $b\mu\nu$  Etc.-

**Prompt: da un fotone/Z**



**Non-prompt: da una J/Psi prodotta in un jet**



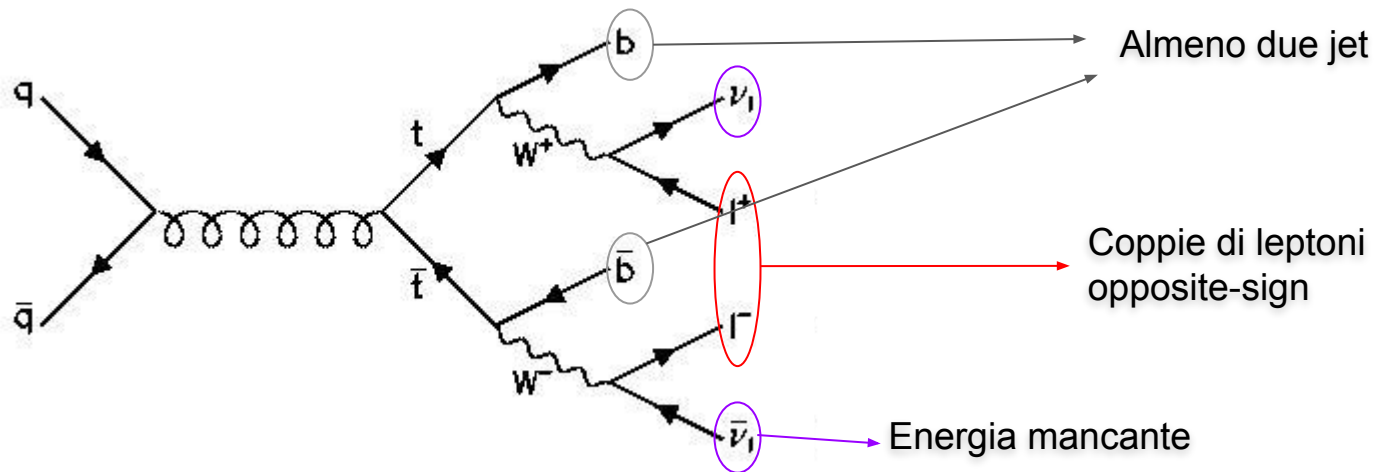
# Parte 1: obiettivi e workflow

## Ottimizzazione selezione muoni prompt:

- 1.1) Selezionare un muone “prompt” con dei tagli stringenti sulle variabili  $\chi^2$ , isoDeposits, Dxy, Dz → **muone di tag**
- 1.2) selezionare un secondo muone nell’evento (muone di **probe**)
- 1.3) Fare le distribuzioni di massa della coppia di muoni e fittare segnale e fondo
- 1.4) Fare uno scan delle possibili variabili ( $\chi^2$ , isoDeposits, Dxy, Dz) e per ognuna misurare l’efficienza di segnale e fondo quando **passa il probe**
- 1.5) Quale taglio è il migliore? Dipende dall’analisi! Possiamo ad esempio individuare dei punti di lavoro fissando ad es. Trovare la migliore efficienza di segnale  $\epsilon_{\text{prompt}}$  con un’efficienza di selezione dei non prompt  $\epsilon_{\text{non-prompt}} = 1,5,10\%$ .

## Parte 2: confronto con un altro canale di fisica reale

Un canale in cui sono prodotte coppie top quark/antiquark in decadimenti leptonici si presenta così:



# Parte 2: obiettivi e workflow

Ricerca di un canale “raro” produzione top quark antiquark  $\rightarrow Wb Wb \rightarrow l\nu b l\nu b$

2.1) Ricerca di un canale “raro” di  $t\bar{t}b\bar{a}r$  a queste energie  $\rightarrow Wb Wb \rightarrow l\nu b l\nu b$

2.2) studiamo il decadimento in cui ho due leptoni (muoni) nello stato finale .

2.3) Applicare la selezione ai muoni individuata alla Parte 1

2.4) Cerchiamo le variabili discriminanti dal fondo e effettuiamo delle richieste che ci permettono di eliminarlo.

2.5) Contiamo gli eventi nei dati e confrontiamo col numero di eventi attesi dal segnale.

2.6) Come capiamo quanti eventi ci attendiamo nel fondo? Possiamo usare gli opposite sign - oppure aguzzare l'ingegno invertendo qualche altro taglio!

# File di segnale e fondo

Dati, Drell-Yan MC, e TT dileptonici si trovano qui:

[https://drive.google.com/drive/folders/17mh0m\\_Vy7DP457Rik9gvYCr8JuS72GtQ?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/17mh0m_Vy7DP457Rik9gvYCr8JuS72GtQ?usp=sharing)

In particolare, il MC contiene solo i decadimenti leptonici: qui potete studiare nel dettaglio le caratteristiche del segnale!

Ad es. decidere se dei tagli hanno effetti sull'efficienza dei  $t\bar{t}$   $\rightarrow (\mu\mu \nu\nu b\bar{b})$

**Nota bene 1:** questo avrà come sezione d'urto in realtà la sez. D'urto  $t\bar{t}$   $\times$  BR( $t\bar{t} \rightarrow$  coppie di leptoni). Vedi slides successive!

**Nota Bene 2:** c'è in aggiunta la quantità `genlep_id[0]` o `genlep_id[1]` vi dice il sapore del leptone "vero":

11 elettrone

13 muone

15 tau

Quando c'è segno meno denota l'antiparticella, e.g. **-11 è il positrone!**

# Numero di eventi atteso

Il **file di dati** a vostra disposizione corrisponde alla luminosità integrata di **3.1 pb**.

Come studiato in **lezione 17**, per ottenere il numero di eventi nei dati devo fare:

$$N_{\text{dati}}(x) = \epsilon(x) \epsilon L_{\text{dati}} \sigma \Rightarrow N_{\text{dati}}(x) = \frac{N(x)}{N_{\text{tot}}} L_{\text{dati}} \sigma$$

Numero di eventi selezionati  
ad es. nel bin dell'istogramma

Eventi totali nel MC  
= tutti quelli girati

Luminosità equivalente  
nel nostro caso = 3.1 pb

Sezione d'urto del  
processo in esame



# Normalizzazione a sezioni d'urto

**In altre parole:** per ogni processo multiplico il numero di eventi selezionato :

$N(x)$

Per un fattore di normalizzazione:

$$W_{\text{norm}} = 1/N_{\text{tot}} L_{\text{dati}} \sigma$$

Questo fattore è uguale per tutti gli eventi  $\Rightarrow$  posso direttamente usare il metodo:

$\rightarrow \text{histo.Scale}(W_{\text{norm}})$

Le sezioni d'urto dei processi in esame sono:

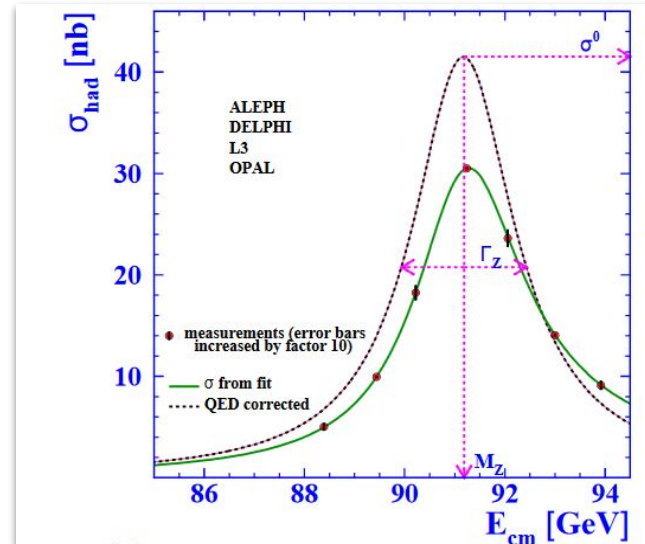
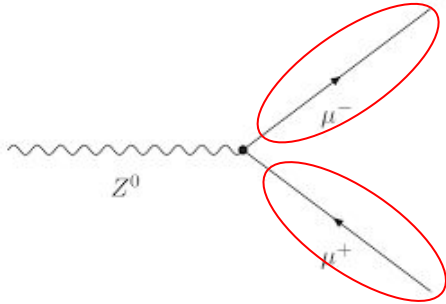
**Nota Bene:** il numero atteso NON è  $N_{\text{tot}}$ !  $N_{\text{tot}}$  è invece il numero di eventi (puro) nel MC

Processo	Sezione d'urto x BR	Numero di eventi atteso in 3.1 pb
DY $\rightarrow$ leptoni (e, $\mu$ , $\tau$ )	3048 pb	9448
tt $\rightarrow$ inclusivo	170 pb	527
tt $\rightarrow$ leptoni (e, $\mu$ , $\tau$ ); BR=0.105	17.84 pb	55

# Tips: Come trovare un criterio “fisico”?

Un **criterio fisico** è legato al processo fisico, quindi ad esempio il *picco di risonanza*

Un criterio fisico non è generale a qualunque processo: ad esempio una coppia di muoni provenienti da una **catena di decadimento di quark top non avrà la stessa risonanza!**



# Alcune referenze:

Esempi di analisi Z+jets e tt dileptonico possono essere trovati a questi link:

- DY jets with Tag-and-Probe:

<http://cms-results.web.cern.ch/cms-results/public-results/publications/EWK-10-002/index.html> (pdf qui : <https://arxiv.org/pdf/1012.2466.pdf> )

- tt dileptons:

<http://cms-results.web.cern.ch/cms-results/public-results/publications/TOP-10-001/index.html> (pdf qui : <https://arxiv.org/pdf/1105.5661.pdf> )

Nota: sono scritti in linguaggio abbastanza tecnico, e ci sono molti elementi che non avrete nei files, prendeteli come uno spunto e una guida!

# Tips: libertà è partecipazione

- 1) Ci sono più modi di affrontare il problema, ma in generale cercate di applicare studiato e ricordarvi di quanto detto a lezione per essere più efficienti!
- 2) Il lavoro può essere fatto in gruppo: la collaborazione aiuta! Fate gruppi fino a 4 persone.
- 3) Non vi fate problemi a chiedere consiglio e discutere via teams, via mail, o in studio quando torneremo. Lo scopo è capire e collaborare.
- 4) Nel nostro ambito, anche saper rompere le scatole alla gente (*in maniera educata e costruttiva*) è una qualità.