

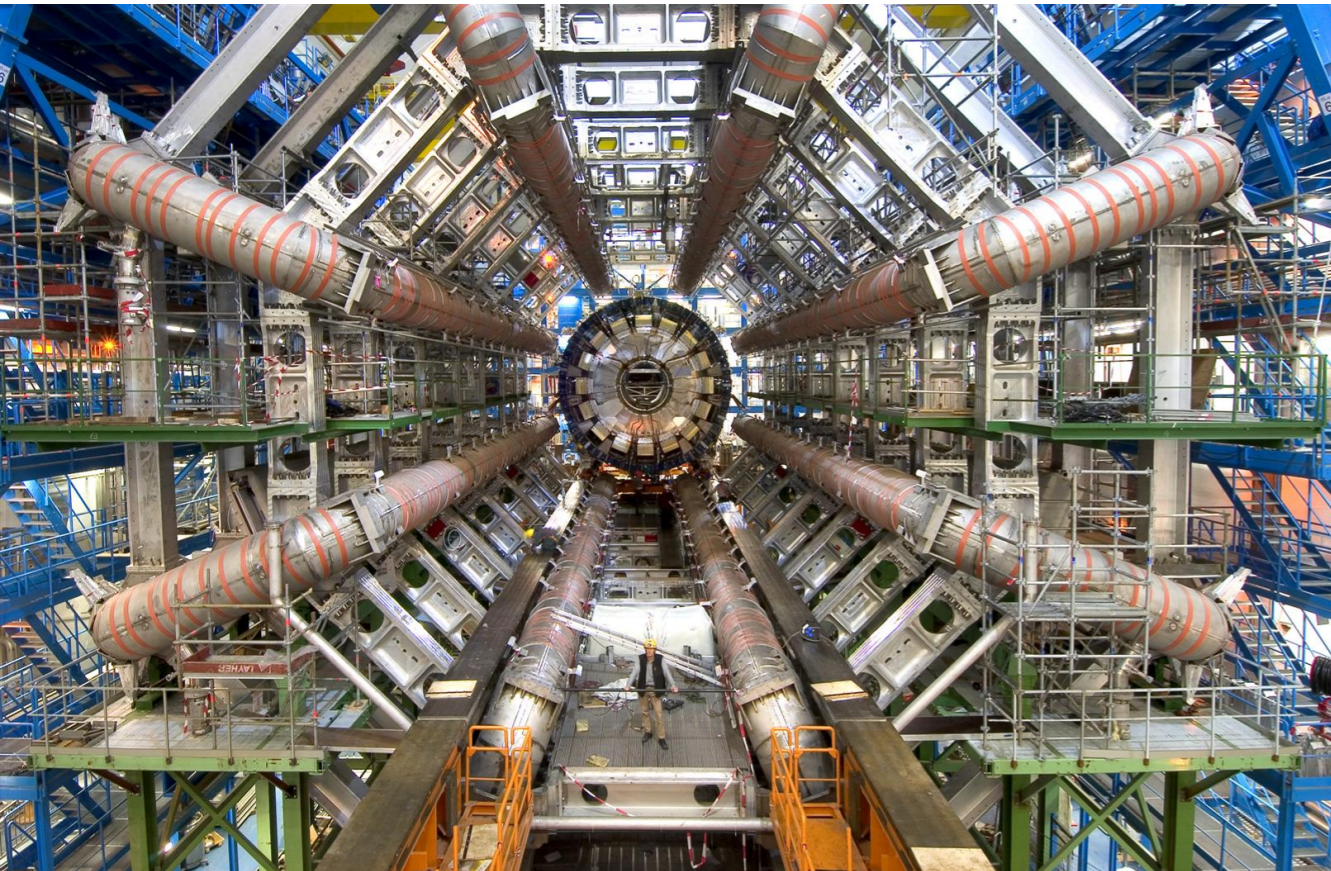
# **Άσκηση 6**

## **Εργαστήριο Πυρηνικής Φυσικής**

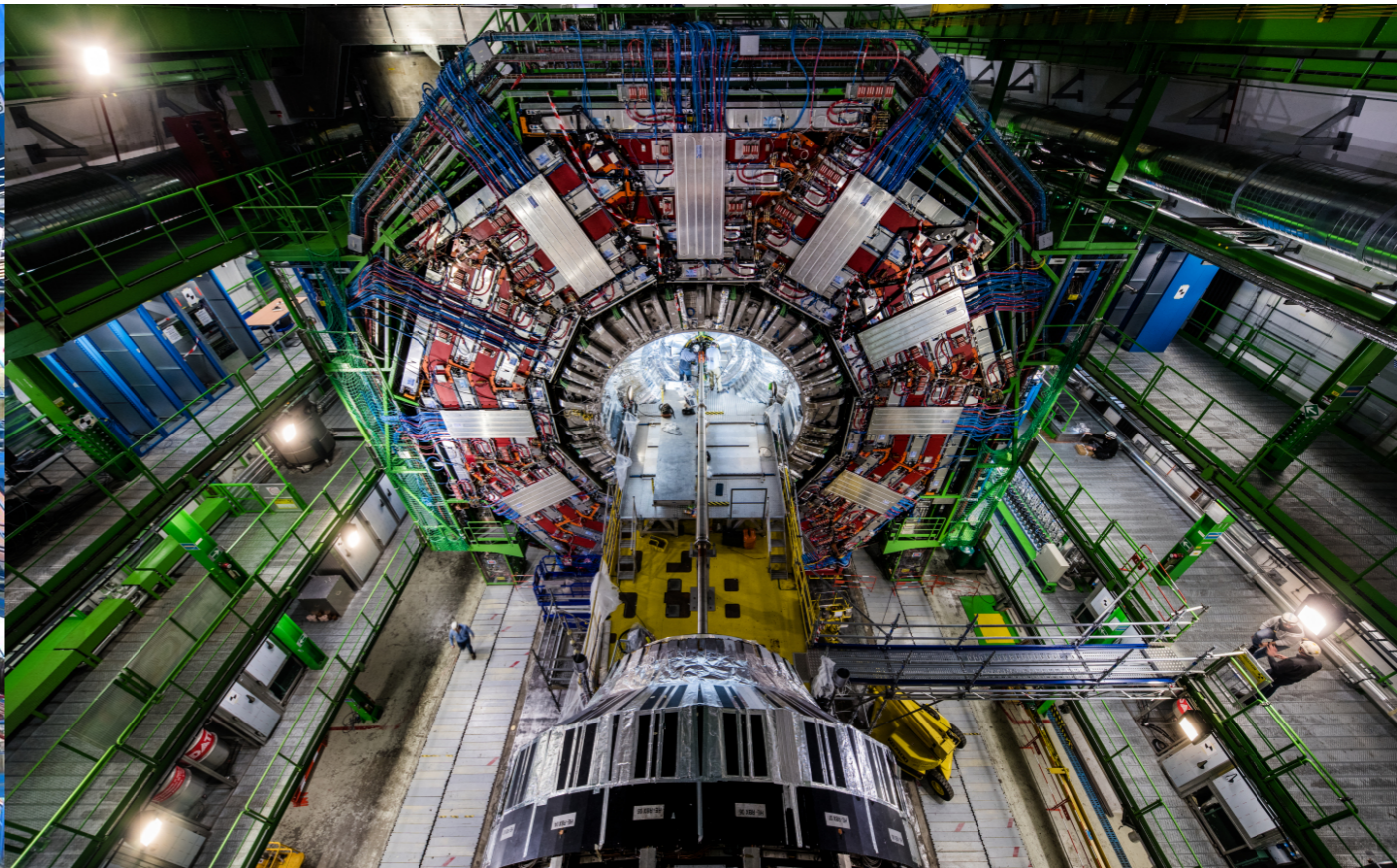
Κ. Θεοφιλάτος



ATLAS



CMS



100 μέτρα κάτω από την γη



παράγει

4000  $W^\pm$  s / sec

1200  $Z^0$  s / sec

17  $t\bar{t}$  s / sec

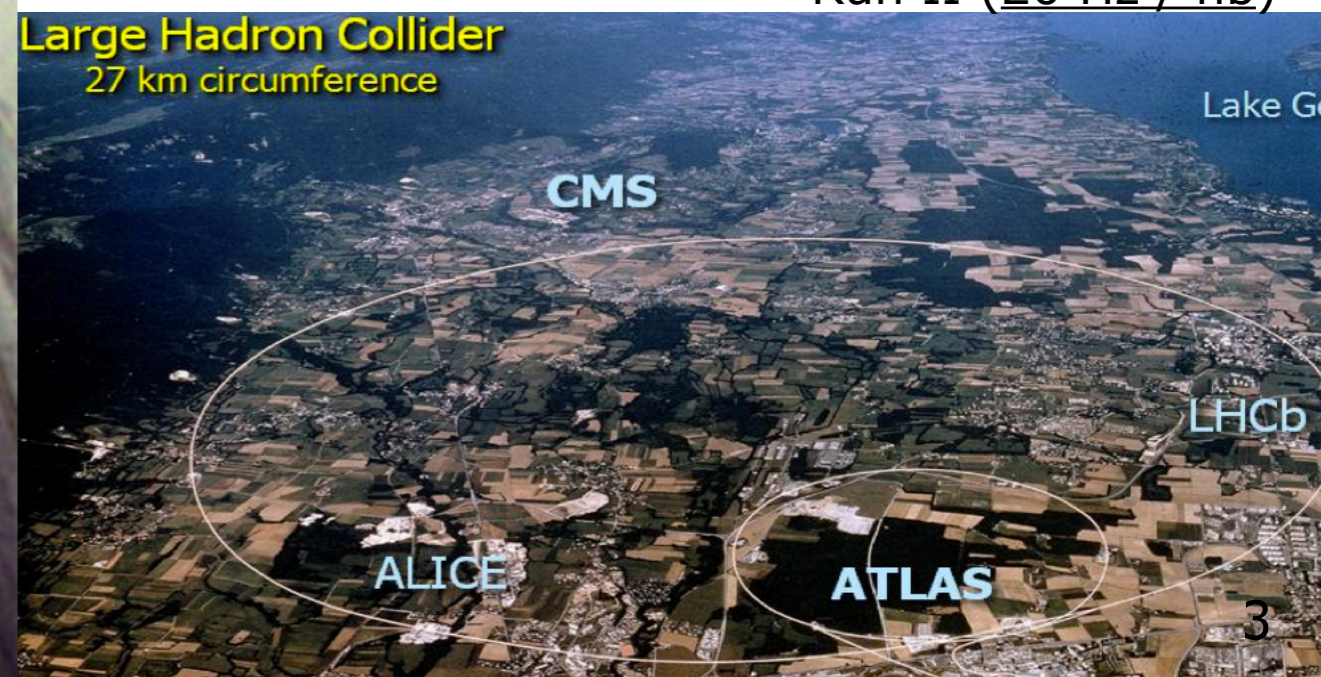
1  $h^0$  s / sec

$\sim 0.007$   $h^0 h^0$  s / sec

*SM prediction*

\*Run II (20 Hz / nb)

Large Hadron Collider  
27 km circumference





# Βελτιστοποίηση σήματος



ορισμός S & B

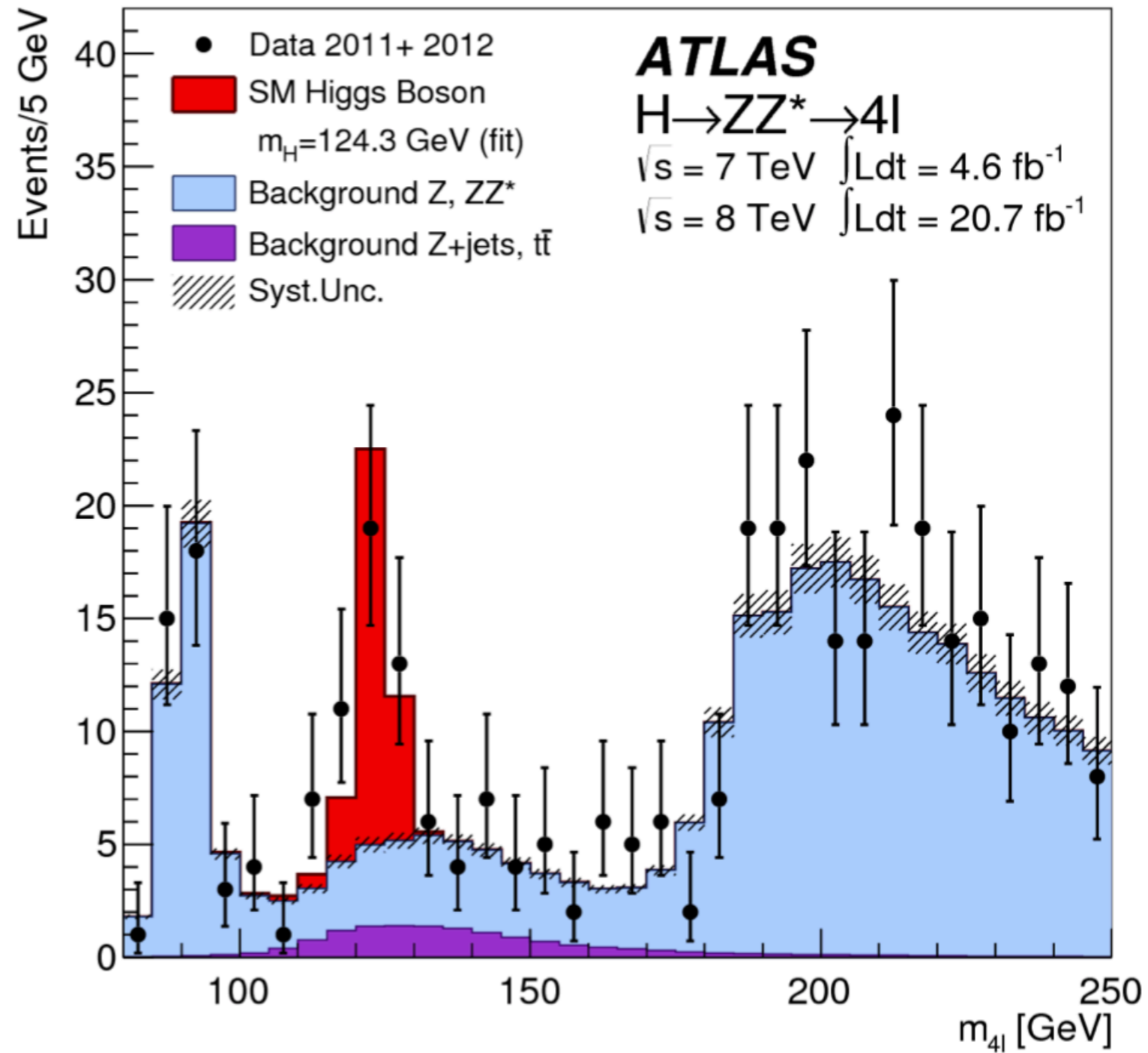
Av

**S** = pp → h → 4l

**B** = ?

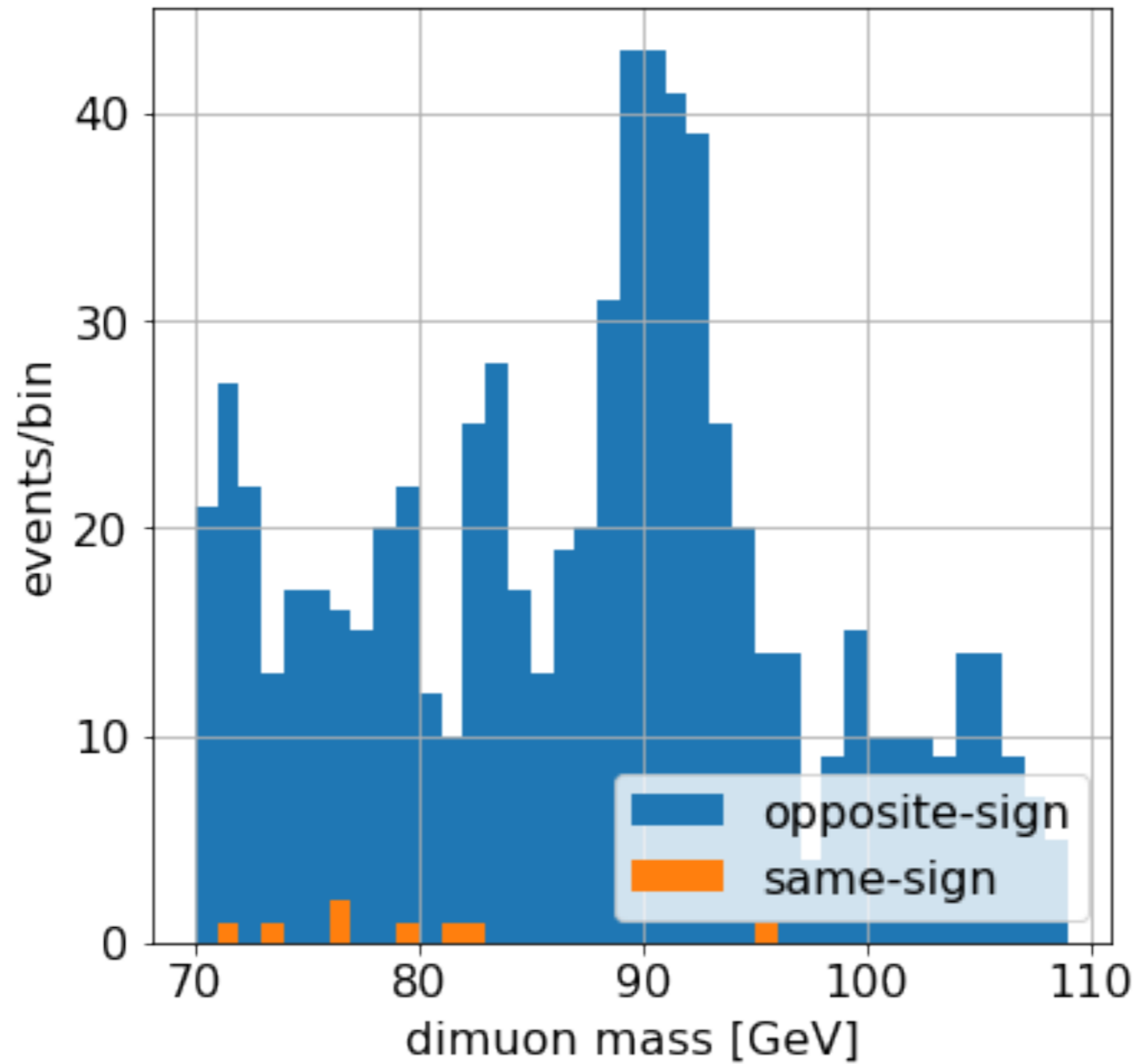


# pp → 4 leptons





# $pp \rightarrow 4 \text{ leptons}$



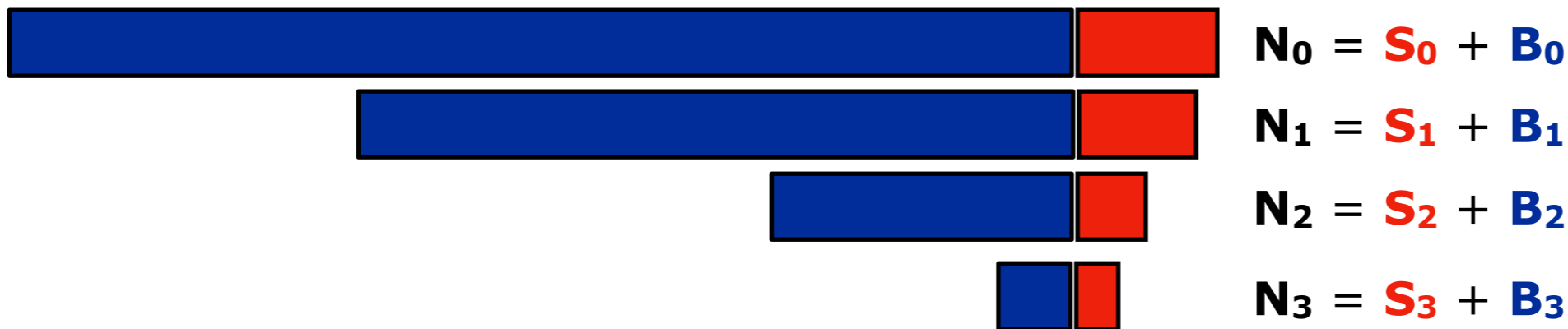


# Βελτιστοποίηση σήματος

ανάλυση φυσικής = ορισμός S & B

$$\mathbf{N}(p_{T1}, p_{T2}, M_{12} \dots) = \mathbf{S}(p_{T1}, p_{T2}, M_{12} \dots) + \mathbf{B}(p_{T1}, p_{T2}, M_{12} \dots)$$

κριτήρια επιλογής (cuts)



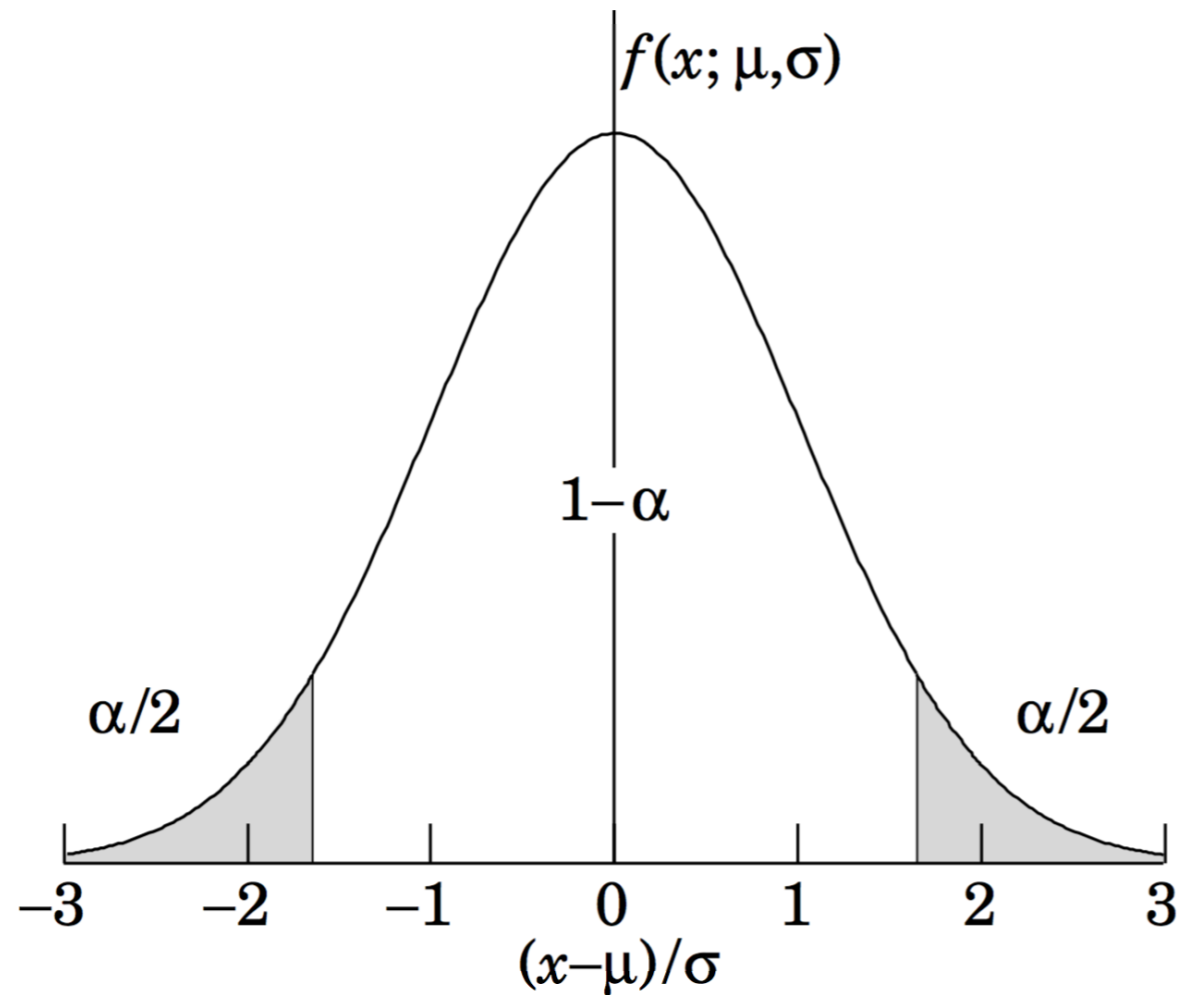
μεγιστοποίηση του  $\mathbf{S}/\sqrt{\mathbf{B}}$  ή άλλων κριτηρίων σημαντικότητας πχ

$$\sqrt{2 * \left( (S + B) * \ln \left( 1 + \frac{S}{B} \right) - S \right)}$$

	2 leptons	4 leptons
$p_{T1} >$	20 GeV	
$p_{T2} >$	15 GeV	
$p_{T3} >$	6 GeV	
$p_{T4} >$	6 GeV	
$m_{12} >$	50 GeV	
$m_{34} >$	2 GeV	
$d_0 \mu <$	15	
$d_0 e <$	15	
Isolation <	2	
Calo. Iso. <	2	
I.M.min >	50 GeV	
I.M.max <	500 GeV	
<input type="checkbox"/> Εισαγωγή σήματος στον πίνακα		
<input type="checkbox"/> Λογαριθμική κλίμακα Y άξονα		
<button>Αρχικές Τιμές</button>		



# significance (Gaussian)



$$1 - \alpha = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{\mu-\delta}^{\mu+\delta} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2} dx$$

$\alpha$	$\delta$	$\alpha$	$\delta$
0.3173	$1\sigma$	0.2	$1.28\sigma$
$4.55 \times 10^{-2}$	$2\sigma$	0.1	$1.64\sigma$
$2.7 \times 10^{-3}$	$3\sigma$	0.05	$1.96\sigma$
$6.3 \times 10^{-5}$	$4\sigma$	0.01	$2.58\sigma$
$5.7 \times 10^{-7}$	$5\sigma$	0.001	$3.29\sigma$
$2.0 \times 10^{-9}$	$6\sigma$	$10^{-4}$	$3.89\sigma$

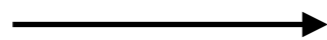
Figure 40.4: Illustration of a symmetric 90% confidence interval (unshaded) for a Gaussian-distributed measurement of a single quantity. Integrated probabilities, defined by  $\alpha = 0.1$ , are as shown.

<https://pdg.lbl.gov/2020/reviews/rpp2020-rev-statistics.pdf>

PDF αρχείο με:

Διαγράμματα με δικό σας σχολιασμό.

Απαντήσεις στις ερωτήσεις του εγχειριδίου.



Οτιδήποτε άλλο σας κίνησε το ενδιαφέρον και πήρατε πρωτοβουλία να το διερευνήσετε.

## Ερωτήσεις

1. Αν σχεδιάσετε την κατανομή της αναλοίωτης μάζας για τα πραγματικά δεδομένα ( $ll\_data$ ) ξεκινώντας από πολύ χαμηλές μάζες  $m_{ll} > 2 \text{ GeV}$ , τι παρατηρείτε σε αυτές τις χαμηλές μάζες. Δεν μπορείτε να κάνετε το ίδιο με τα προσομοιωμένα δεδομένα ( $ll\_signal$ ) γιατί η δημιουργία τους ξεκινάει από μεγαλύτερες μάζες.
2. Στο ιστόγραμμα «combined» της μάζας των δύο λεπτονίων μετά τα καλύτερα cuts που βρήκατε, να συγκρίνετε τα data και το Monte Carlo σε περιοχή μαζών κοντά στο Z. Τι παρατηρείτε;
3. Ένα είδος υποβάθρου στα δύο λεπτόνια είναι αυτό από παραγωγή ζεύγους  $t\bar{t}$  κουάρκ. Ερευνήστε στην βιβλιογραφία πως μπορούν να παραχθούν τα δύο λεπτόνια σε αυτήν την περίπτωση. Τι ιδιότητες θα έχουν αυτά;
4. Σχεδιάστε την κατανομή μαζών από το ιστόγραμμα «data-background» για την περιοχή μαζών  $80 < m_{4l} < 170 \text{ GeV}$  και συγκρίνετε την με αυτή του σχήματος 3. Είναι παρόμοιες; Σχολιάστε.
5. Αν ο αριθμός των γεγονότων σήματος στην περιοχή μαζών  $120 < m_{4l} < 130 \text{ GeV}$  μετά από τα βέλτιστα cuts ήταν 100 φορές μικρότερος από αυτά που έχετε εσείς και ο αριθμός του υποβάθρου 20 φορές μικρότερος, ποιά θα ήταν η σημαντικότητα της ανακάλυψης;
6. Η σημαντικότητα, έτσι όπως την ορίζουμε αντιστοιχεί αριθμητικά σε αριθμό τυπικών αποκλίσεων της κανονικής κατανομής. Πόση πρέπει να είναι η αναμενόμενη σημαντικότητα, για να αποκλείσετε με πιθανότητα 95% κάποιο σήμα, το οποίο δεν εμφανίστηκε όταν εκτελέστηκε το πείραμα;

<https://hypatia-app.iasa.gr/Hypatia/?lang=el>