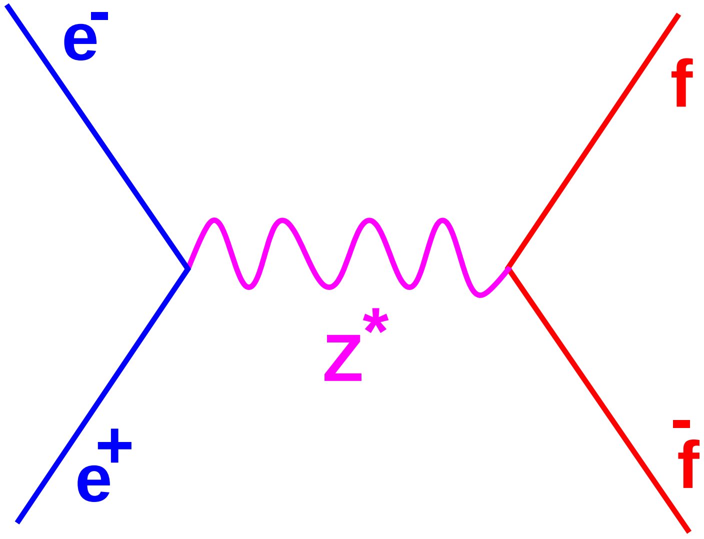
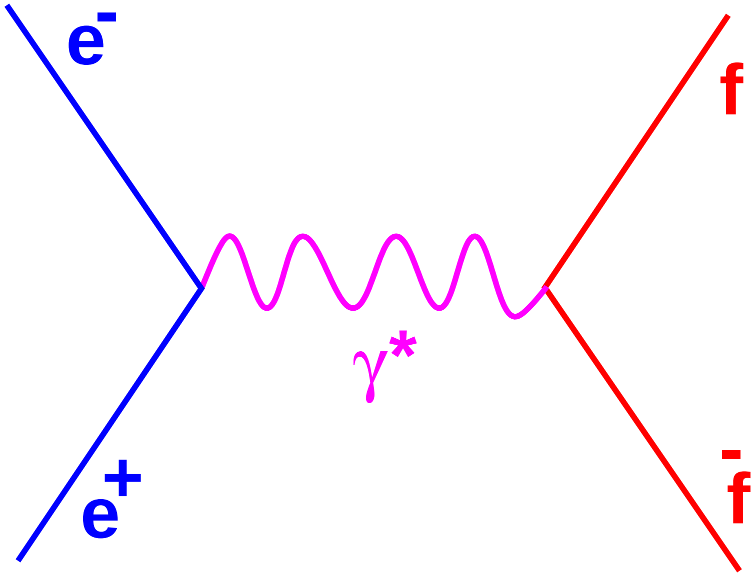
Medidas electrodébiles y búsqueda del Higgs en LEP

J. Alcaraz
CIEMAT Madrid

- Resultados relevantes de LEP1
  - Número de neutrinos
  - Medida de la masa del Z
  - Predicción de la masa del quark top
- Resultados relevantes de LEP1 $+$ LEP2
  - Medida de la masa del W
  - Predicciones sobre la masa del Higgs
- Búsqueda de la partícula Higgs
  - Propiedades de la partícula Higgs (LEP2)
  - Resultados de las búsquedas
  - Status y planes futuros





$$\sigma \sim \frac{1}{(s-m_Z^2)^2 + m_Z^2\,\Gamma_Z^2}$$

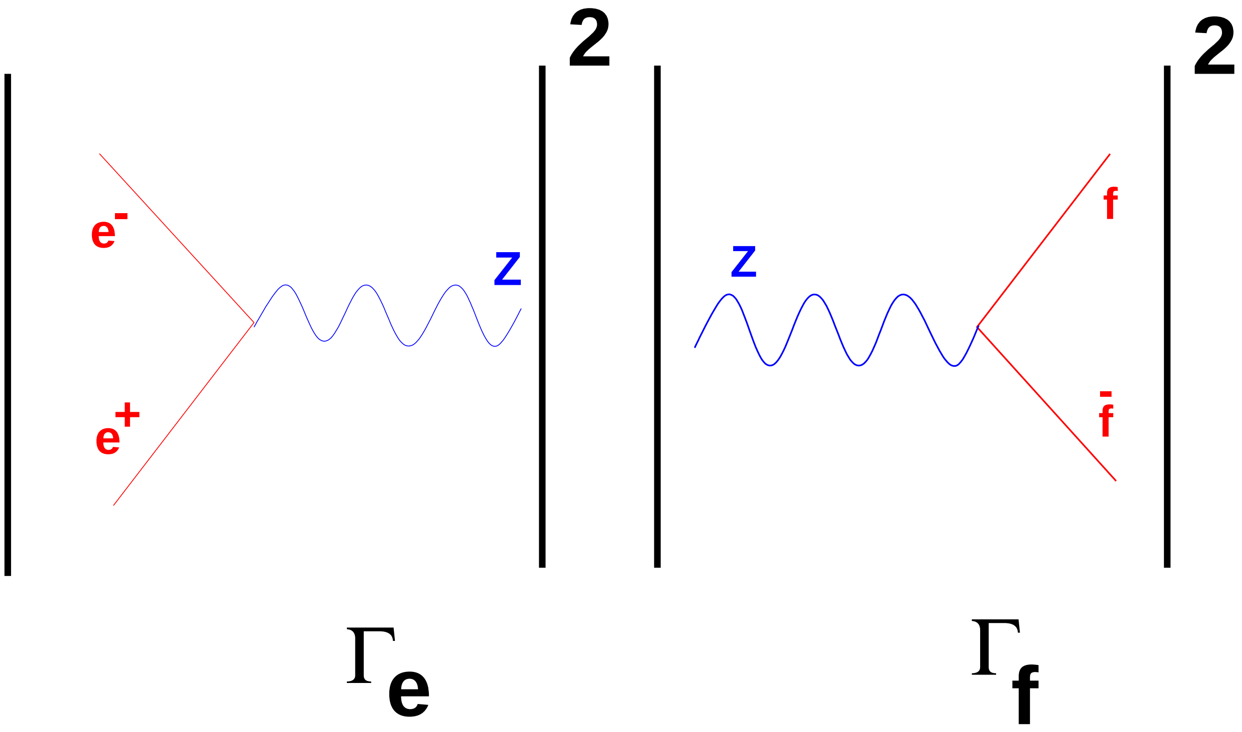
$$\sigma \sim \frac{1}{s^2}$$

$m_Z \simeq 91$ GeV y $\Gamma_Z \simeq 2.5$ GeV, luego para $\sqrt{s} \approx m_Z$:

$$\frac{\sigma(e^+e^- \to Z^*)}{\sigma(e^+e^- \to \gamma^*)} \approx \frac{m_Z^2}{\Gamma_Z^2} \sim 1000$$

J. Alcaraz
CIEMAT Madrid

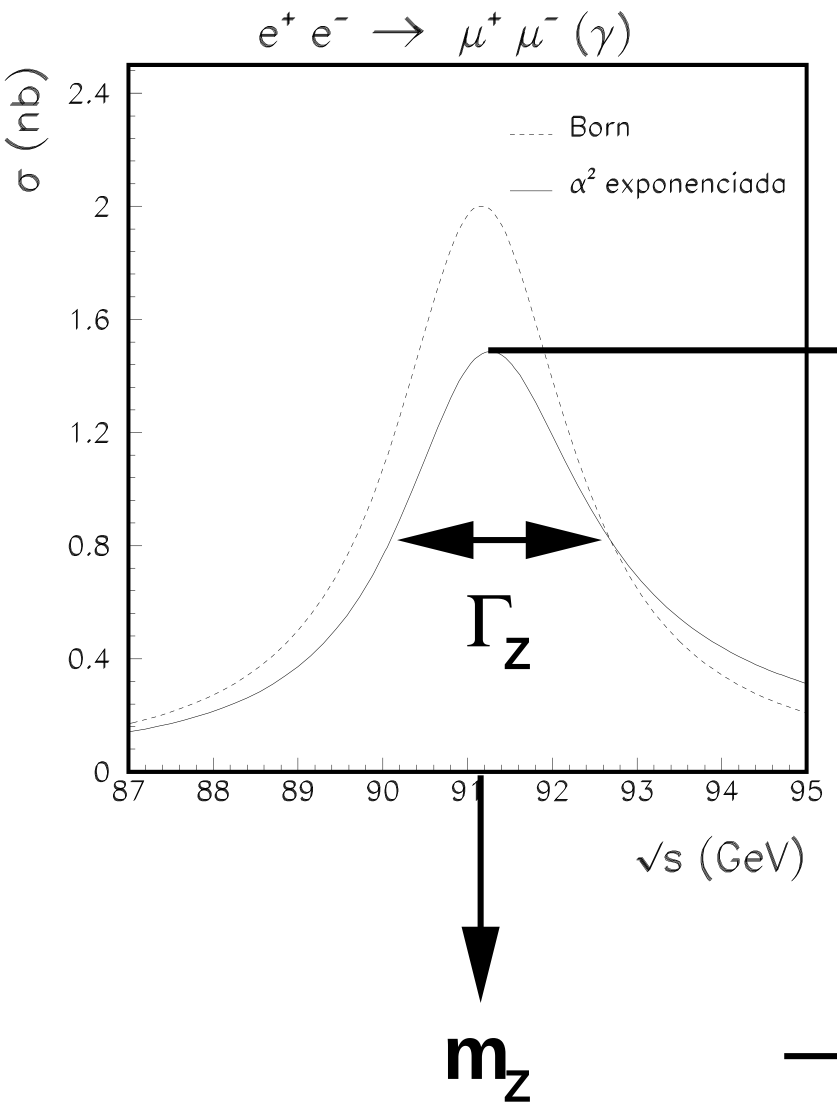
$\sigma(e^+e^- \to f\bar{f})$ **en LEP1** $\propto$



$$\sigma(\mathrm{e^+e^-} \to \mathrm{Z}^* \to \mathrm{f\bar{f}}) \propto \frac{\Gamma_\mathrm{e}\Gamma_\mathrm{f}}{m_\mathrm{Z}^2\ \Gamma_\mathrm{Z}^2}$$

J. Alcaraz
CIEMAT Madrid

"Line Shape"



$$\Gamma_Z = \Gamma_{vis} + \Gamma_{inv}$$

$$\Gamma_{vis} = \Gamma_e + \Gamma_\mu + \Gamma_\tau + \Gamma_{had}$$

$$\Gamma_{inv} = N_\nu \, \Gamma_\nu$$

$$\frac{\Gamma_e \;\; \Gamma_\mu}{m_Z^2 \;\; \Gamma_Z^2}$$

J. Alcaraz
CIEMAT Madrid

Número de neutrinos

- Técnicamente, N_ν se determina como sigue:

$$N_\nu = \left.\frac{\Gamma_{\rm inv}}{\Gamma_\mu}\right|_{\rm medido} \left.\frac{\Gamma_\mu}{\Gamma_\nu}\right|_{\rm teor}$$

- Último resultado:

$$N_\nu = 2.9835 \pm 0.0083$$

(Nótese que no está en perfecto acuerdo con $N_\nu = 3$)

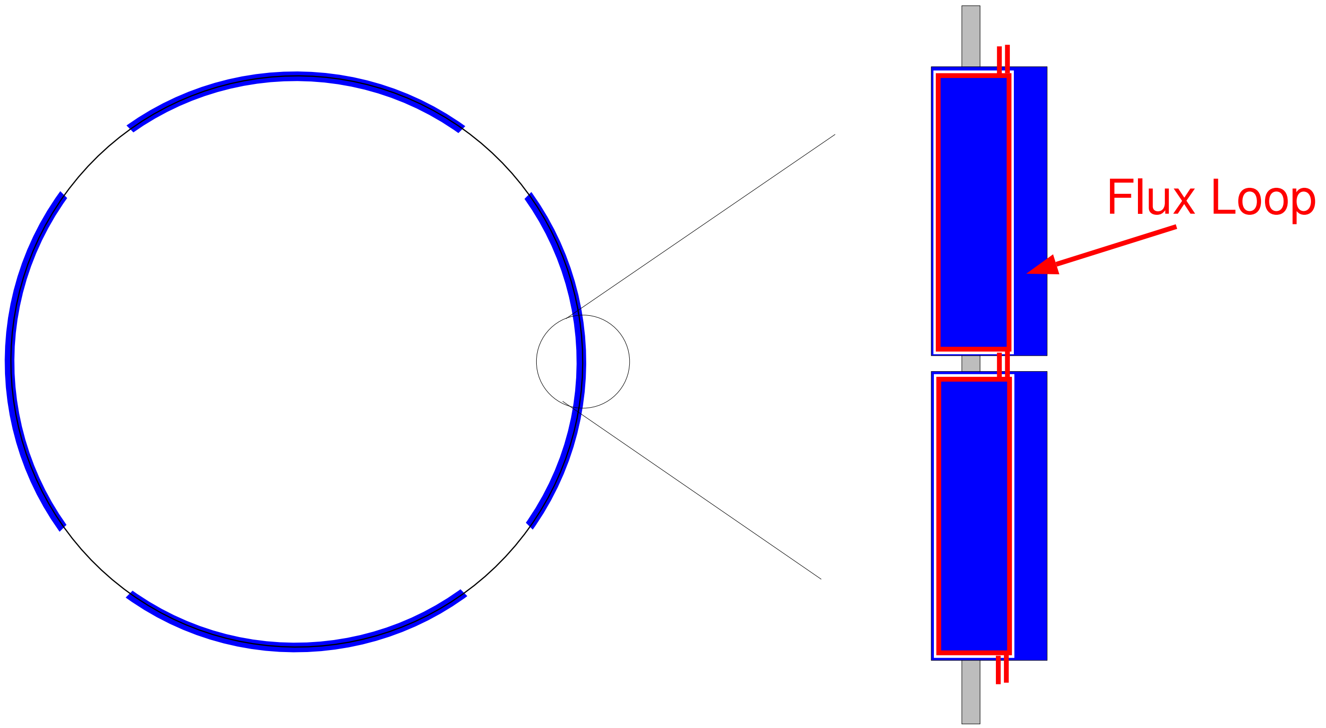
- Estrictamente hablando, $N_\nu = 3$ aún permite la existencia de más neutrinos:

a) Neutrinos sin acoplos al $\rm Z$ (estériles)

b) Neutrinos con masa mayor que $m_{\rm Z}$ ($\rm Z \to \nu\bar{\nu}$ prohibido)

J. Alcaraz
CIEMAT Madrid

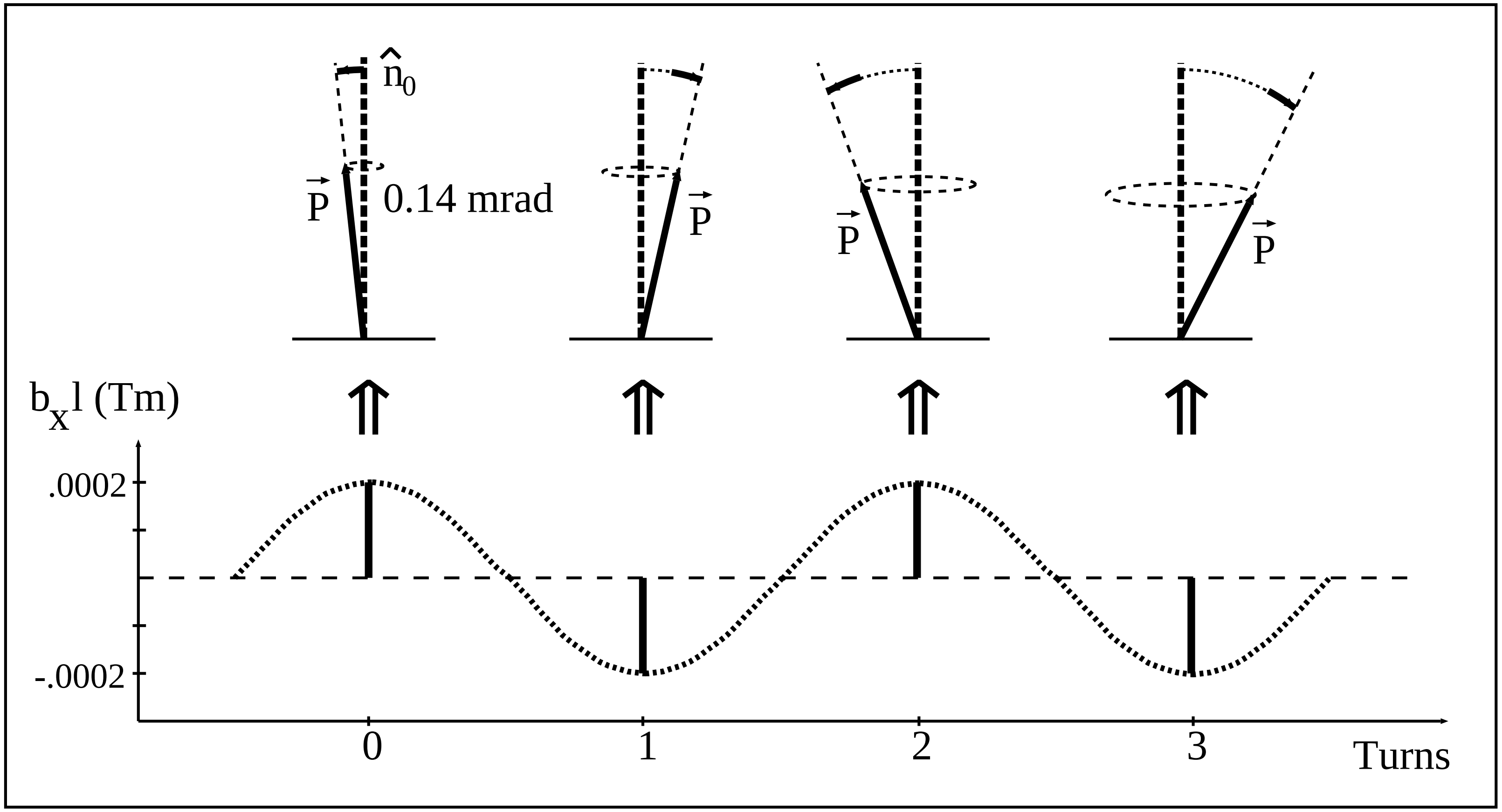
El (único) punto crítico en la medida de la masa del Z, m_{Z}, es la precisión con que se conoce la energía centro de masas, $\sqrt{s}$.



Método A: protones a $20\ \mathrm{GeV}$ $\oplus$ variación del flujo magnético

$$\frac{\Delta E}{E} \approx 2\ 10^{-4}$$

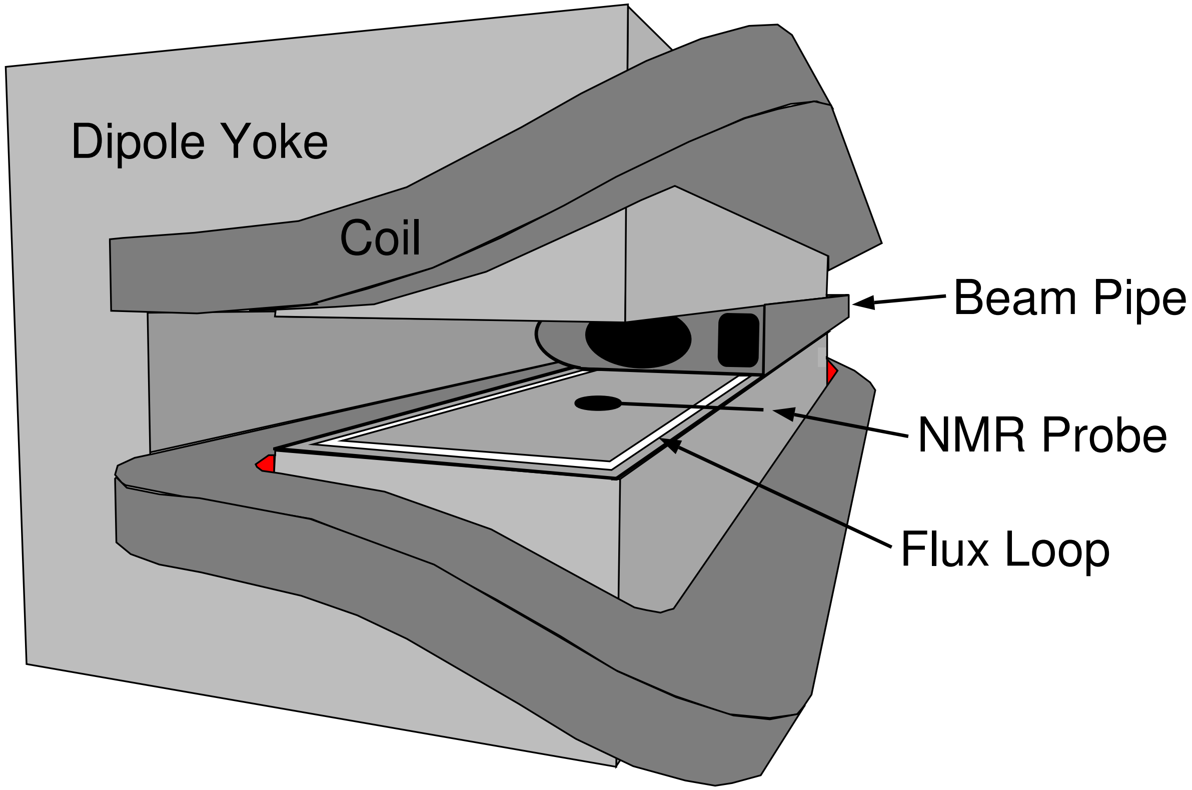
J. Alcaraz
CIEMAT Madrid



Método B: Despolarización resonante ($\sqrt{s} \lesssim 60$ GeV)

$$\frac{\Delta E}{E} \approx 2\ 10^{-5} \Rightarrow \Delta m_Z \approx 2\ \mathrm{MeV}$$

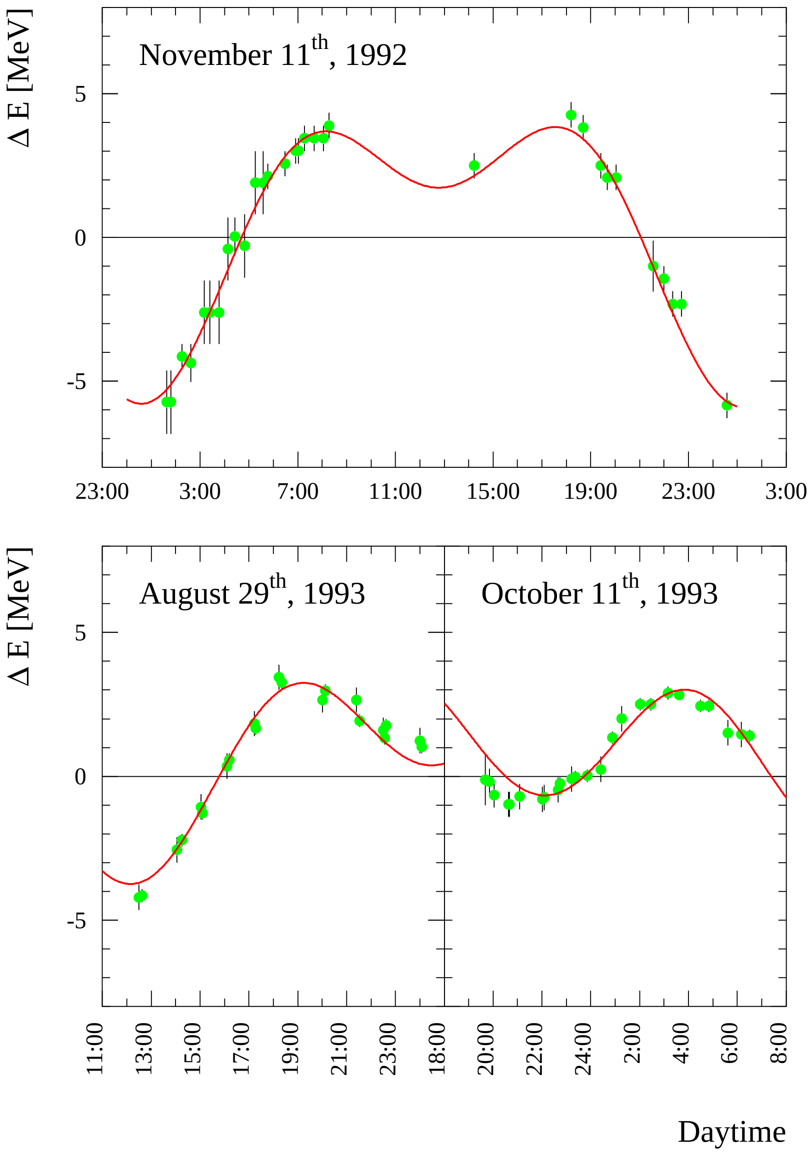
J. Alcaraz
CIEMAT Madrid

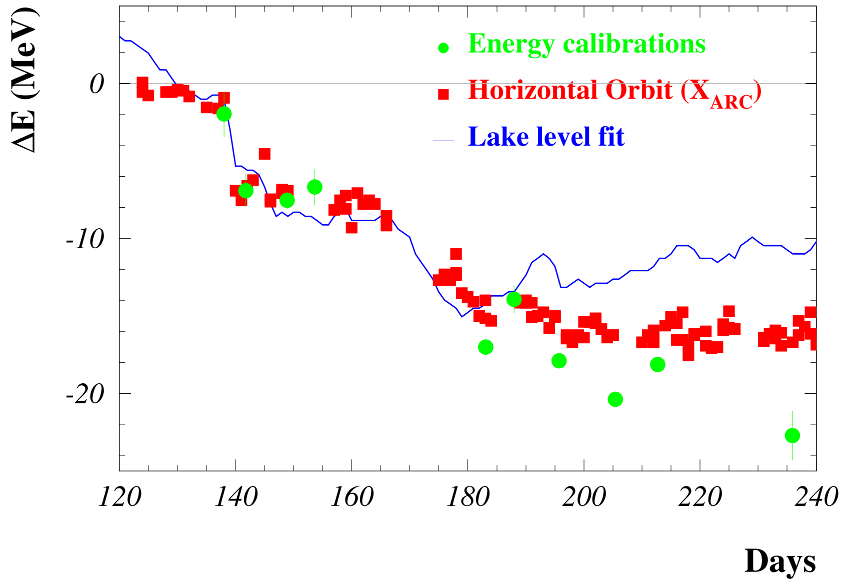


LEP2: Método A $\oplus$ calibración de sondas NMR $\oplus$ ...

$$\frac{\Delta E}{E} \approx 1.5\ 10^{-4}$$

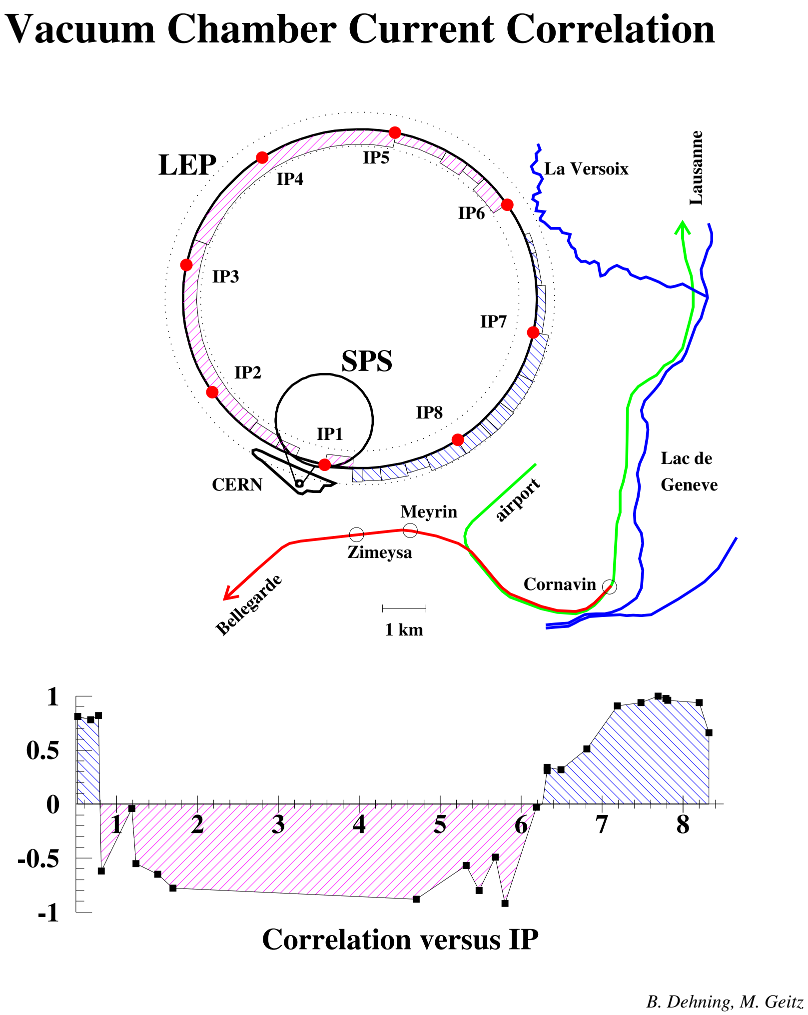
Curiosidades: efecto "mareal"

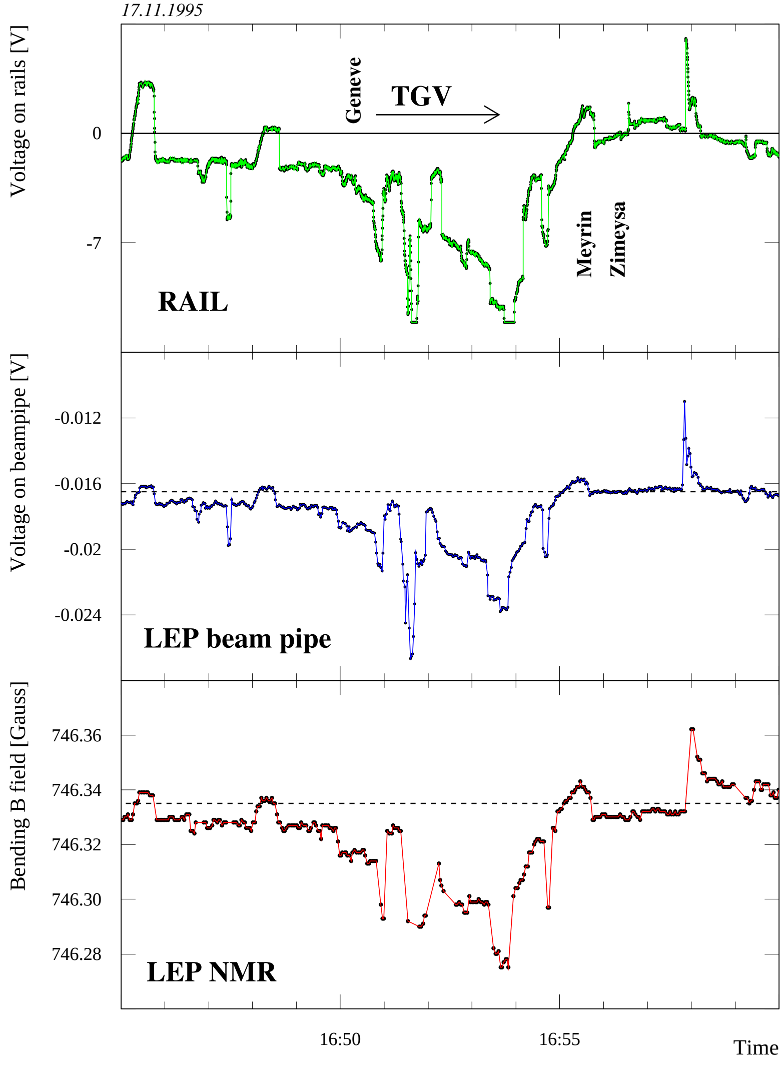




J. Alcaraz
CIEMAT Madrid

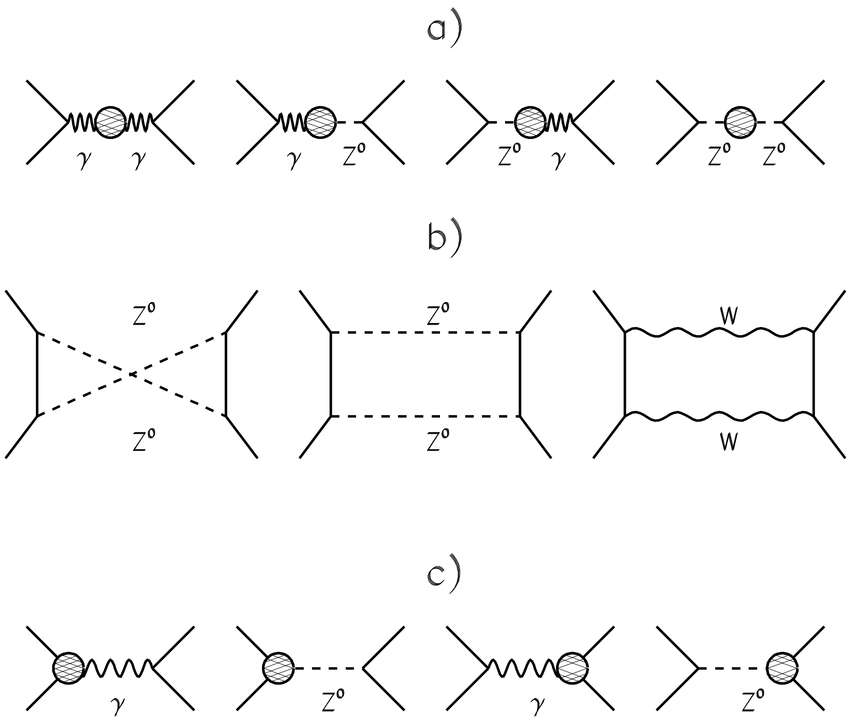
Curiosidades: efecto "AVE"

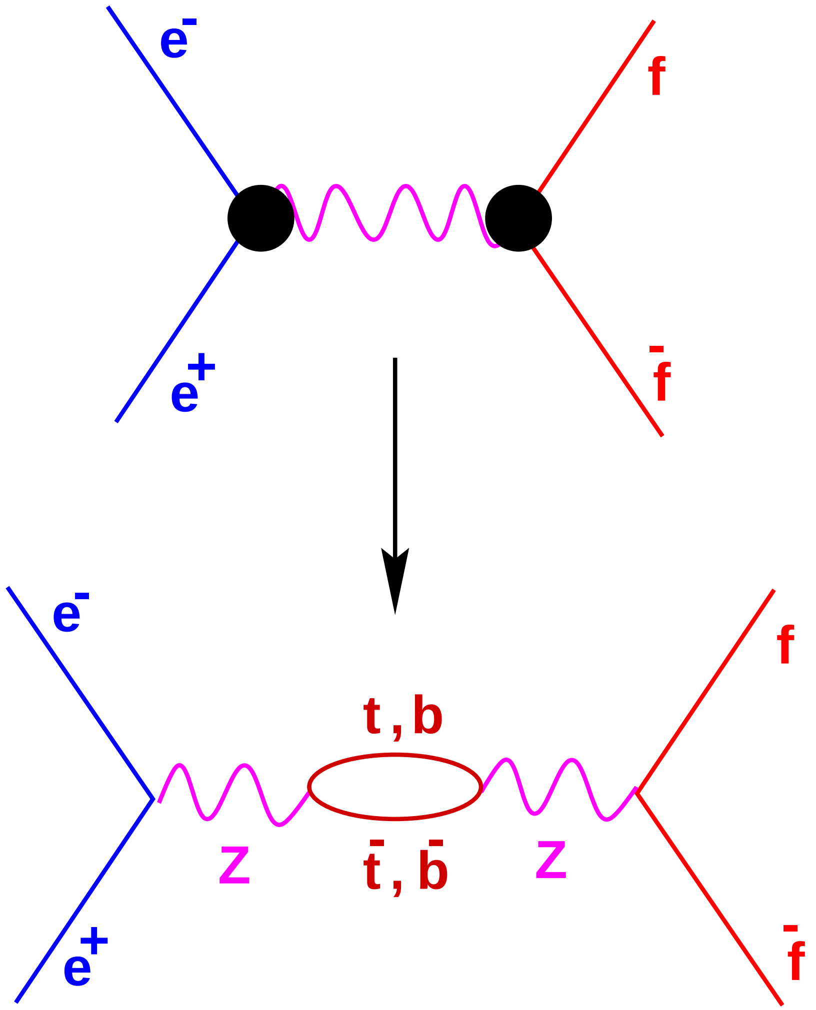




J. Alcaraz
CIEMAT Madrid

Efectos electrodébiles. Masa del quark "top"

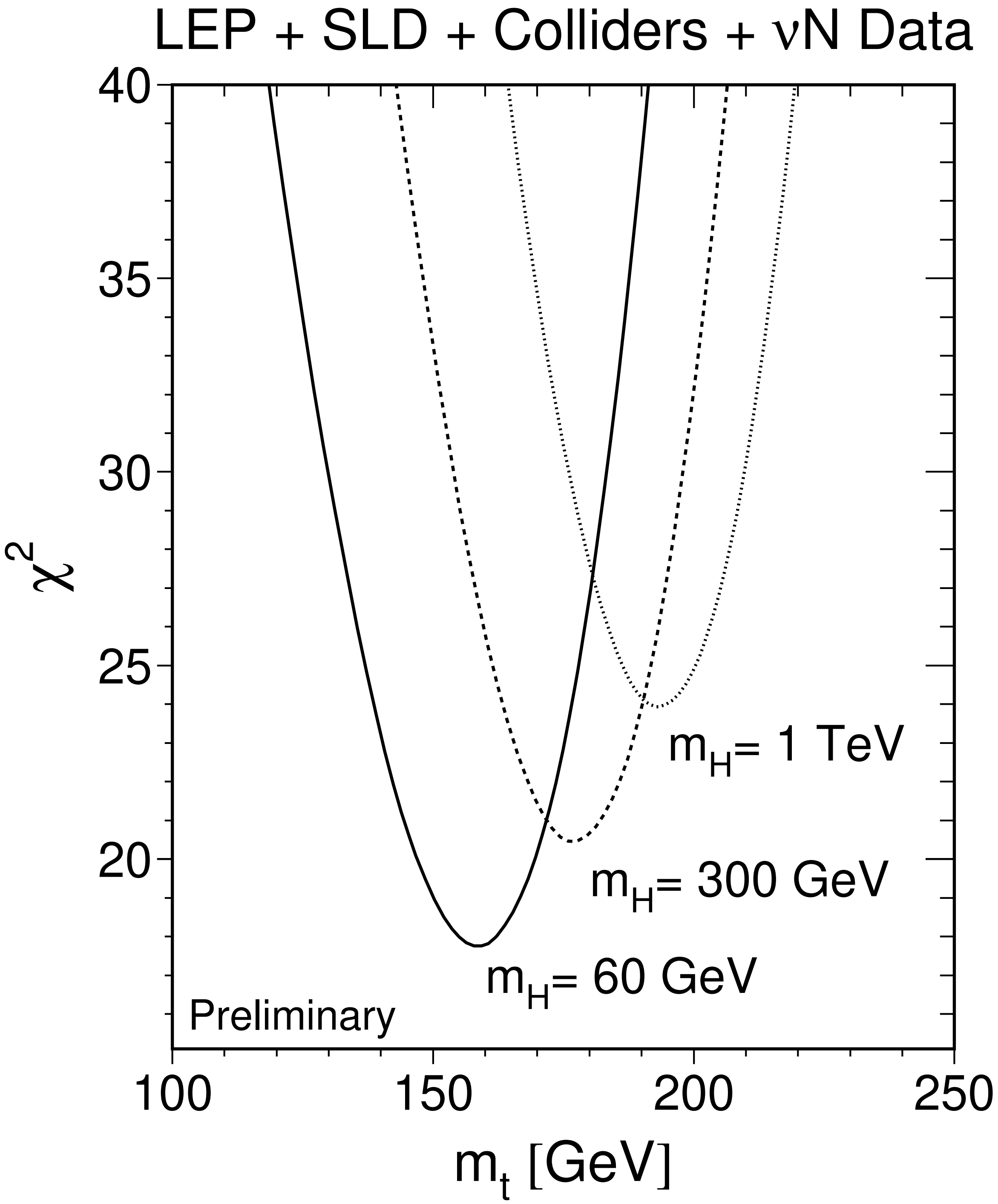




Efecto importante,

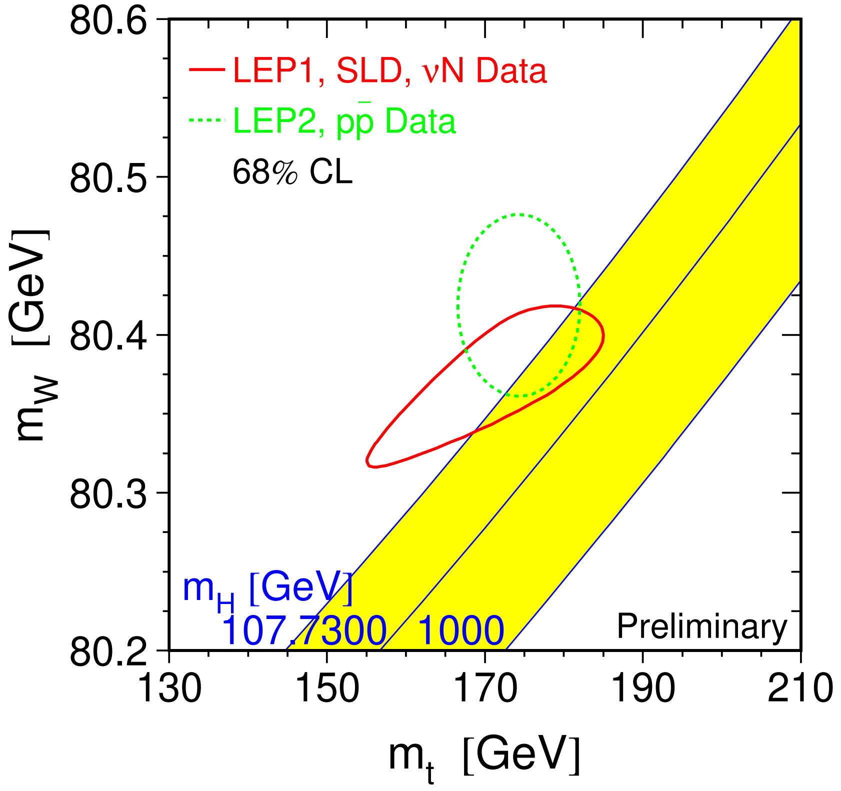
$\propto (m_{\mathrm{t}}^2 - m_{\mathrm{b}}^2)$

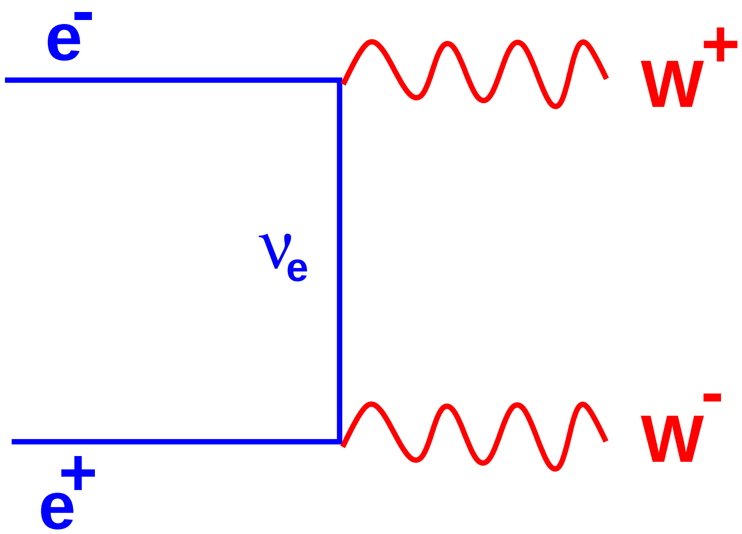
J. Alcaraz
CIEMAT Madrid

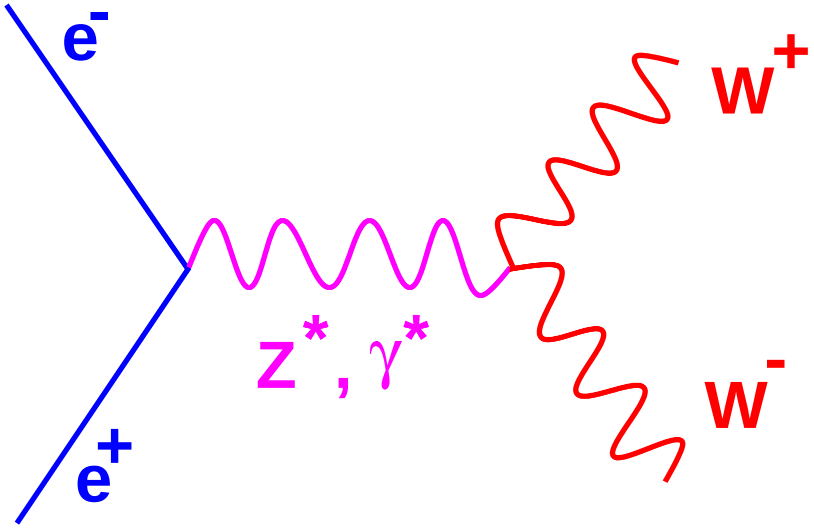


Predicción anterior a su descubrimiento en Fermilab (1994)

LEP2. Medida de la masa del W



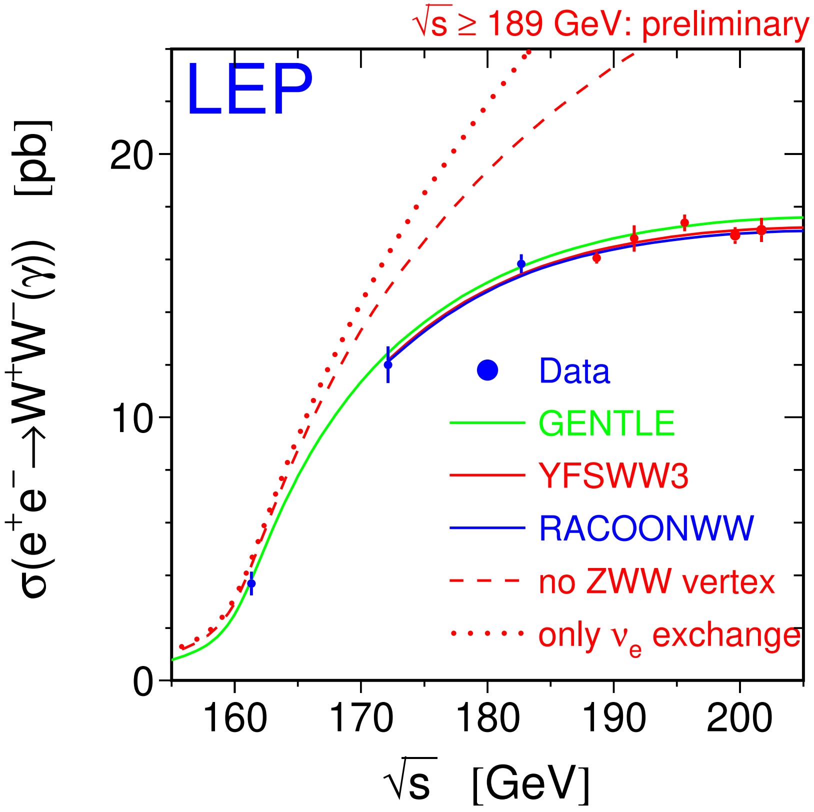




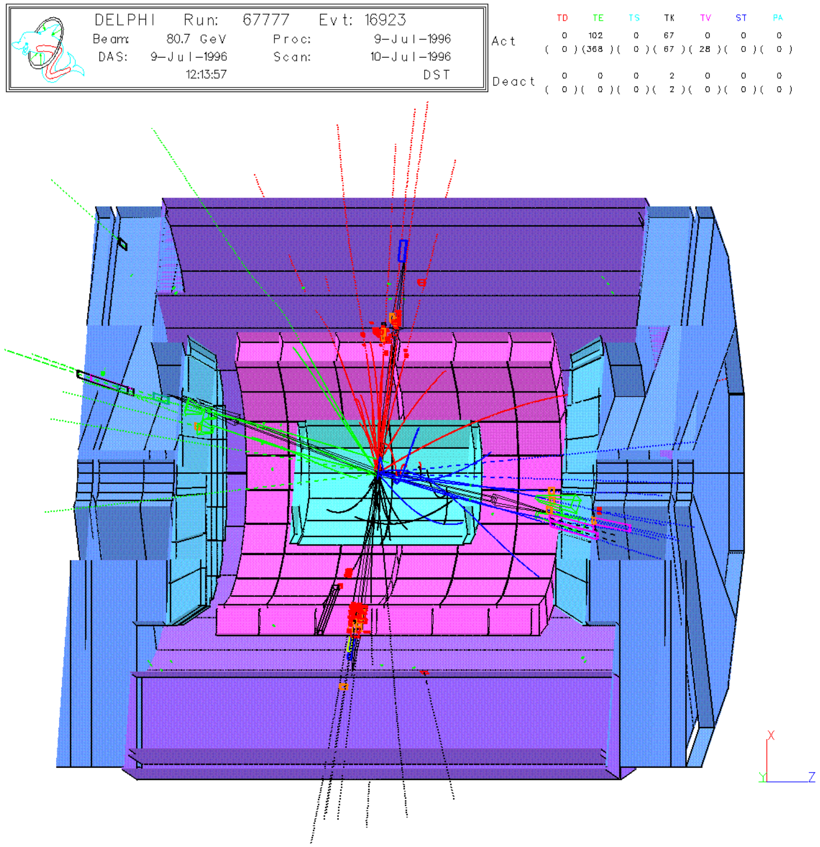
Se necesita: $\sqrt{s} > 2\, m_{\rm W}$

J. Alcaraz
CIEMAT Madrid

"Scan method"

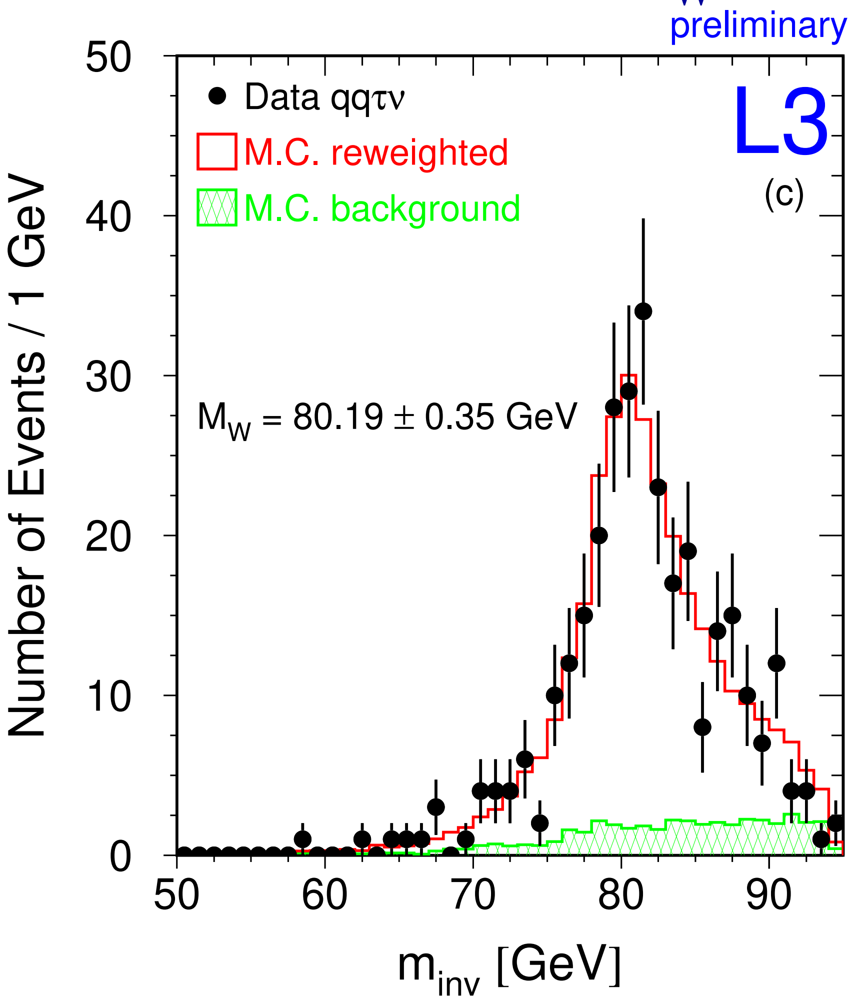


"Direct measurement"

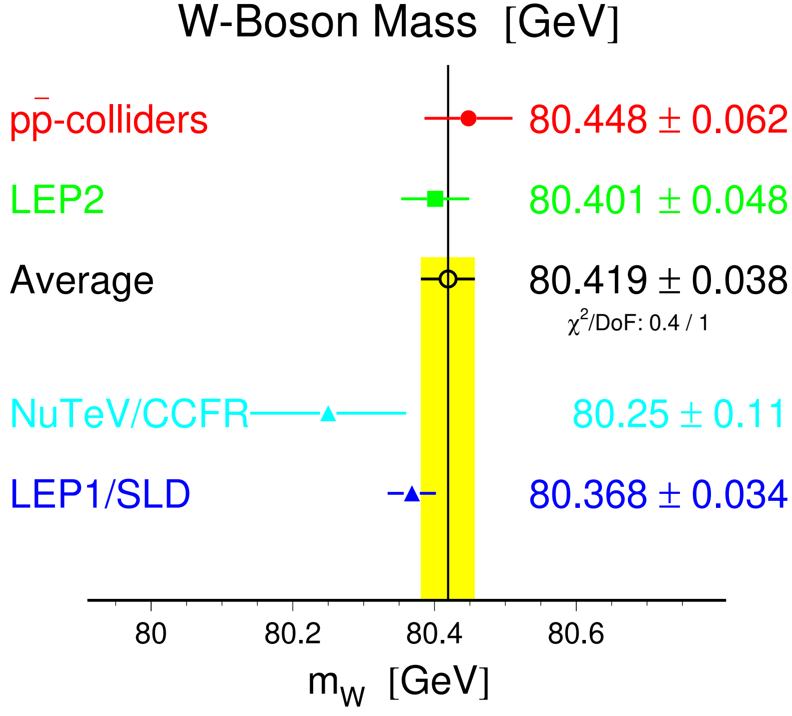


J. Alcaraz
CIEMAT Madrid

Invariant mass $\simeq m_W$

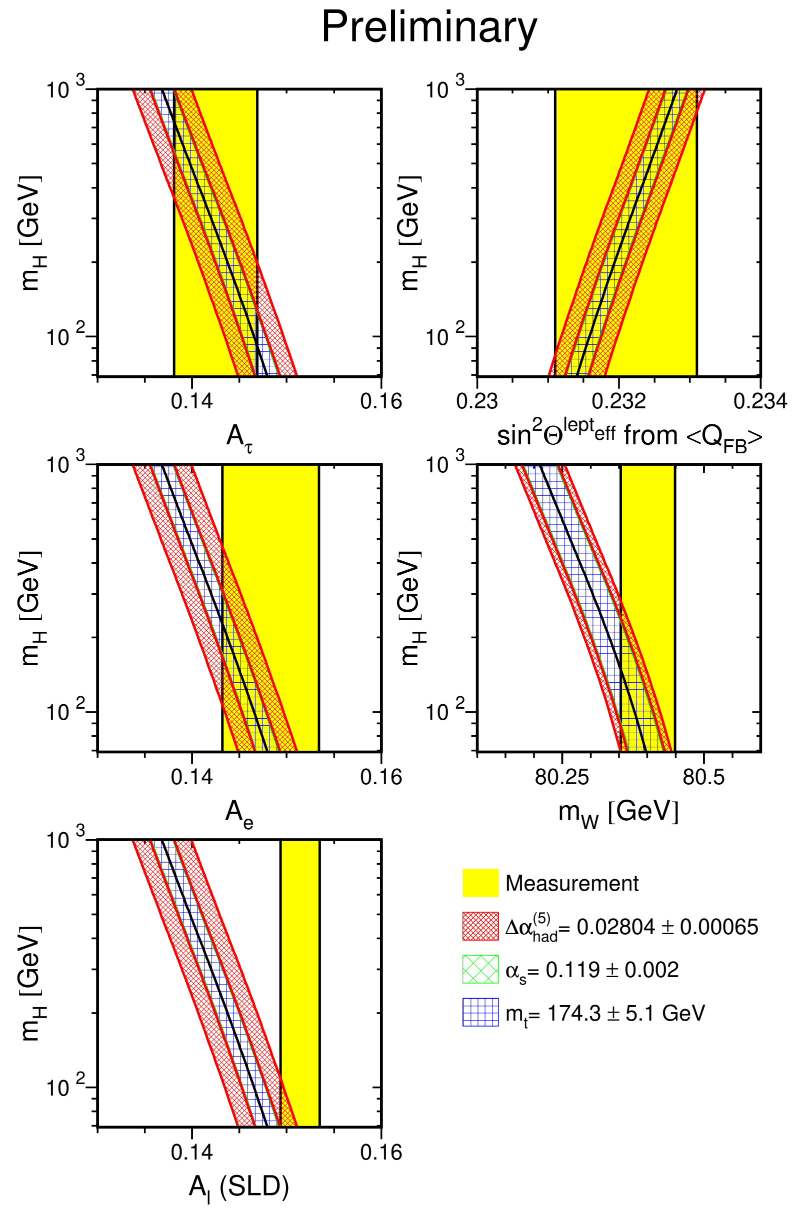


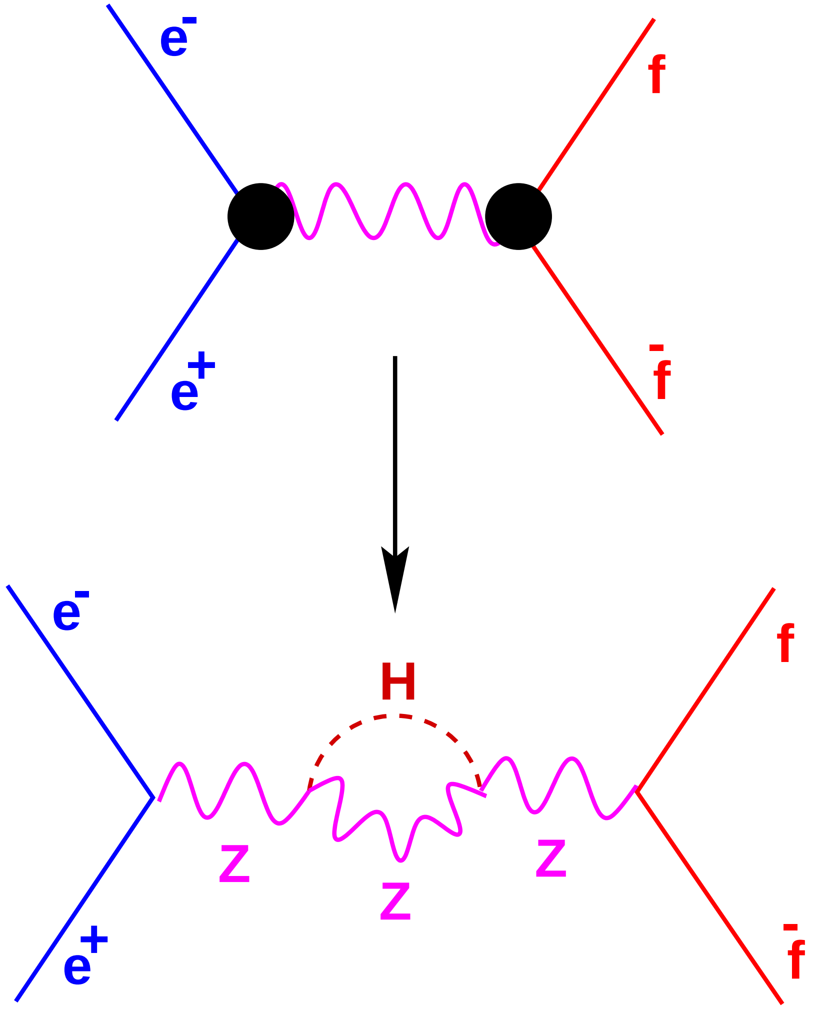
Final results:



J. Alcaraz
CIEMAT Madrid

Sensibilidad a la masa del Higgs





Efecto muy débil,

$\propto \log(m_{\rm H}^2/m_{\rm W}^2)$

J. Alcaraz
CIEMAT Madrid