LXXXVII Congresso Nazionale SIF

Milano - Bicocca, 24-29 settembre 2001

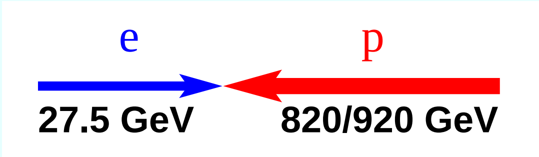
Ricerca di fermioni eccitati nelle collisioni *ep* ad HERA

Andrea Parenti

Università & INFN, Padova

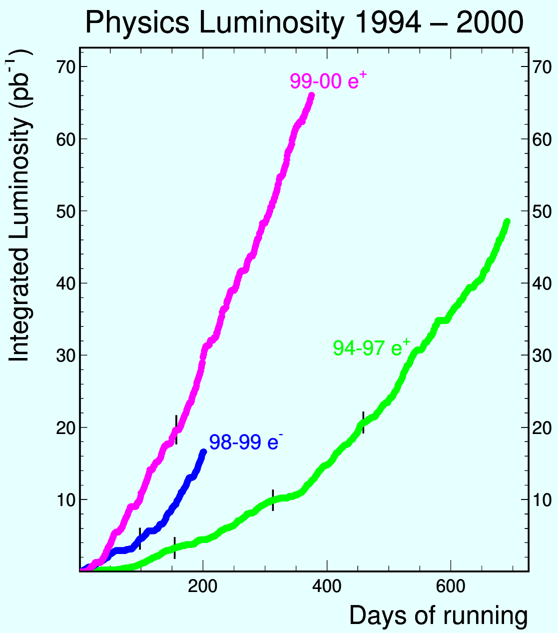
Il rivelatore ZEUS ad HERA

HERA: Collisore $e^{\pm} p$ a DESY



ZEUS: rivelatore universale a HERA

Periodo	Collisioni	$\sqrt{s}$	$\mathcal{L}$
1994-1997	e^+p	300 GeV	48 pb^{-1}
1998-1999	e^-p	318 GeV	17 pb^{-1}
1999-2000	e^+p	318 GeV	66 pb^{-1}



Si ricordi che:

\# interazioni $= \mathcal{L} \times$ Sezione d'Urto

Ricerca di fermioni eccitati (F^*)

Motivazioni

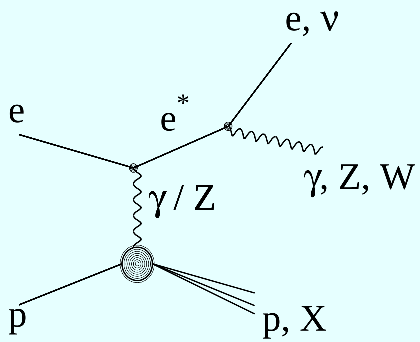
Esistenza di F^* $\Leftrightarrow$ Struttura interna dei fermioni (F)

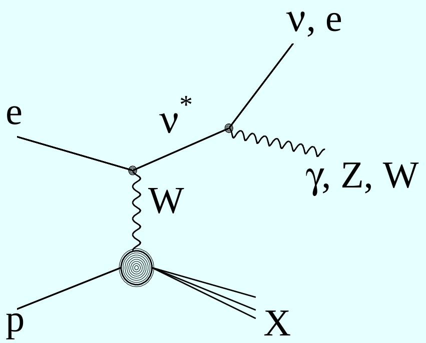
Ad HERA si usa il modello di Hagiwara *et al.*:

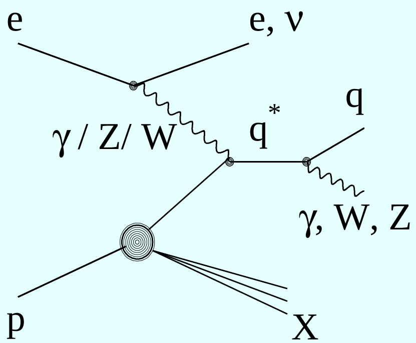
- Spin(F^*) = Isospin(F^*) = 1/2
- $\mathcal{L}_{\text{eff}} = \frac{1}{\Lambda} \bar{F}^*_R \, \sigma^{\mu\nu} \left[g f \frac{\vec{\tau}}{2} \partial_\mu \vec{W}_\nu + g' f' \frac{Y}{2} \partial_\mu B_\nu + g_s f_s \frac{\lambda^a}{2} \partial_\mu G^a_\nu \right] F_L + \text{h.c.}$

dove Λ = Scala di *compositeness*, f, f', f_s = accoppiamento relativo

Produzione di F^* ad HERA



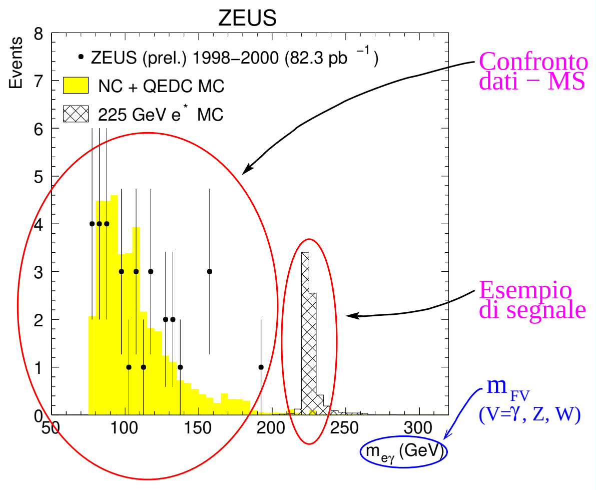




Metodo di analisi

1. Ricerca di risonanze

$F^* \Rightarrow$ Risonanza in m_{FV}



2. Calcolo di N_{UL}

Accordo tra dati e MS $\Rightarrow$ calcolo dei limiti

Numero limite (N_{UL}) di eventi di segnale:

$$\int_0^{N_{UL}} P(\mu_s; n, \mu_b)\, \mathrm{d}\mu_s = 0.95 \int_0^{+\infty} P(\mu_s; n, \mu_b)\, \mathrm{d}\mu_s$$

dove

$$P(\mu_s; n, \mu_b) = \frac{e^{-(\mu_s+\mu_b)}(\mu_s+\mu_b)^n}{n!}$$

3. Sezione d'urto limite

$$(\sigma.BR)_{UL} = \frac{N_{UL}(m_{F*})}{A(m_{F*}) \cdot \mathcal{L}}$$

$A(m_{F*})$ = Accettanza sul segnale

4. Accoppiamento limite

$$\left(\frac{f}{\Lambda}\right)_{UL} = \sqrt{\frac{(\sigma.BR)_{UL}}{\sigma_{MC}.BR}} \left(\frac{f}{\Lambda}\right)_{MC}$$

5. Limiti su m_{F*}: Assumendo $f/\Lambda = 1/m_{F*}$, si ottengono dei limiti su m_{F*}

F^* a ZEUS [a]

Dati analizzati: 47.7 pb^{-1} e^+p ($\sqrt{s} = 300$ GeV) + 16.7 pb^{-1} e^-p (318 GeV)

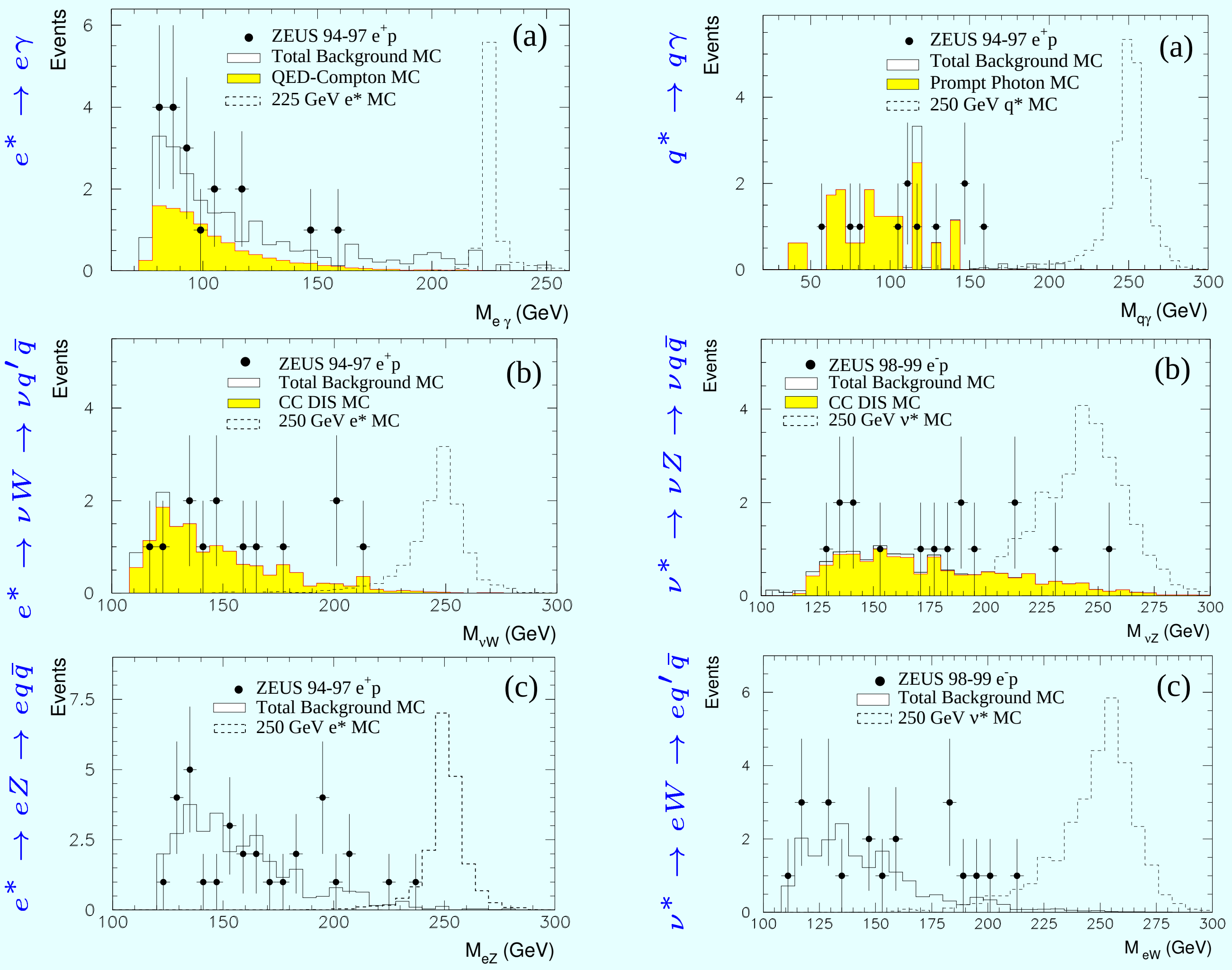
Processo	**Segnatura**	**Risoluz./Efficienza su MonteC. di F^* [b]**	**# di eventi**	
			Dati	**Fondo da MS**
$e^* \to e\gamma$	1 e, 1 γ	2.2 GeV / 78 %	18	20.1±1.2
$e^* \to \nu W \to \nu q' \bar{q}$	$\not{P}_T$. E_T^{had},	9.5 / 50	13	13.9±1.1
$\nu^* \to \nu Z \to \nu q \bar{q}$	M^{had} grandi	17.2 / 66	16	13.5±0.6
$e^* \to eZ \to eq\bar{q}$	1 e. E_T^{had},	6.0 / 52	32	32.9±1.1
$\nu^* \to eW \to eq'\bar{q}$	M^{had} grandi	15.3 / 51	20	15.0±1.3
$e^* \to eZ \to e\nu\bar{\nu}$	1 e, $\not{P}_T$	8.2 / 82	1	4.1±0.6
$q^* \to q\gamma$	1 γ, E_T^{had} grande	9.1 / 67	11	19.0±1.9
$q^* \to qW \to qe\nu$	1 e, $\not{P}_T$, E_T^{had} grande	19.0 / 38	4	4.1±0.6
$\nu^* \to \nu\gamma$	1 γ, $\not{P}_T$	5.3 / 61	2	1.5±0.2

[a] da `hep-ex/0109018`, sottomesso a *Phys.Lett.* **B**

[b] $m_{F^*} = 250$ GeV

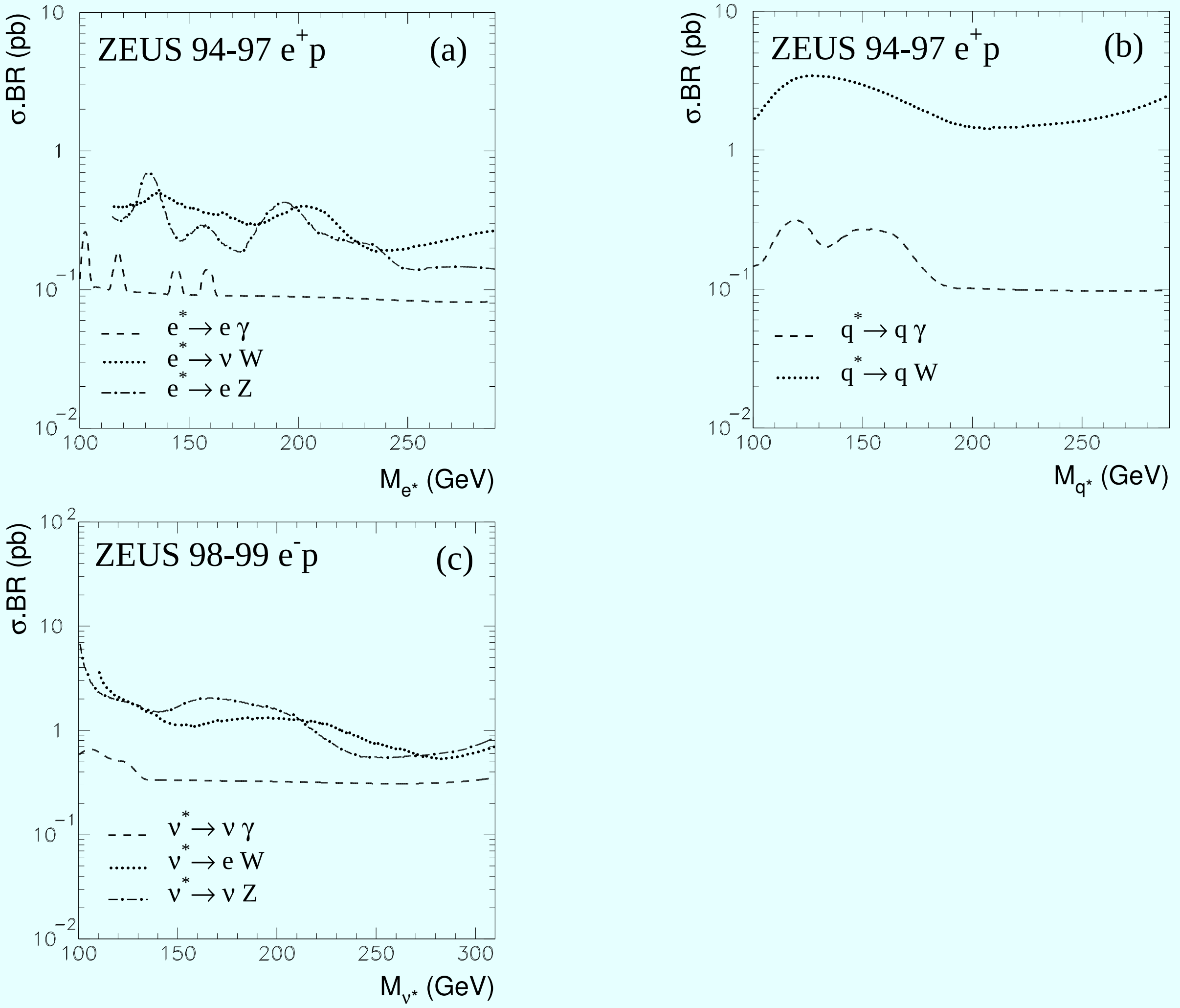
F^* a ZEUS

Distribuzioni di massa



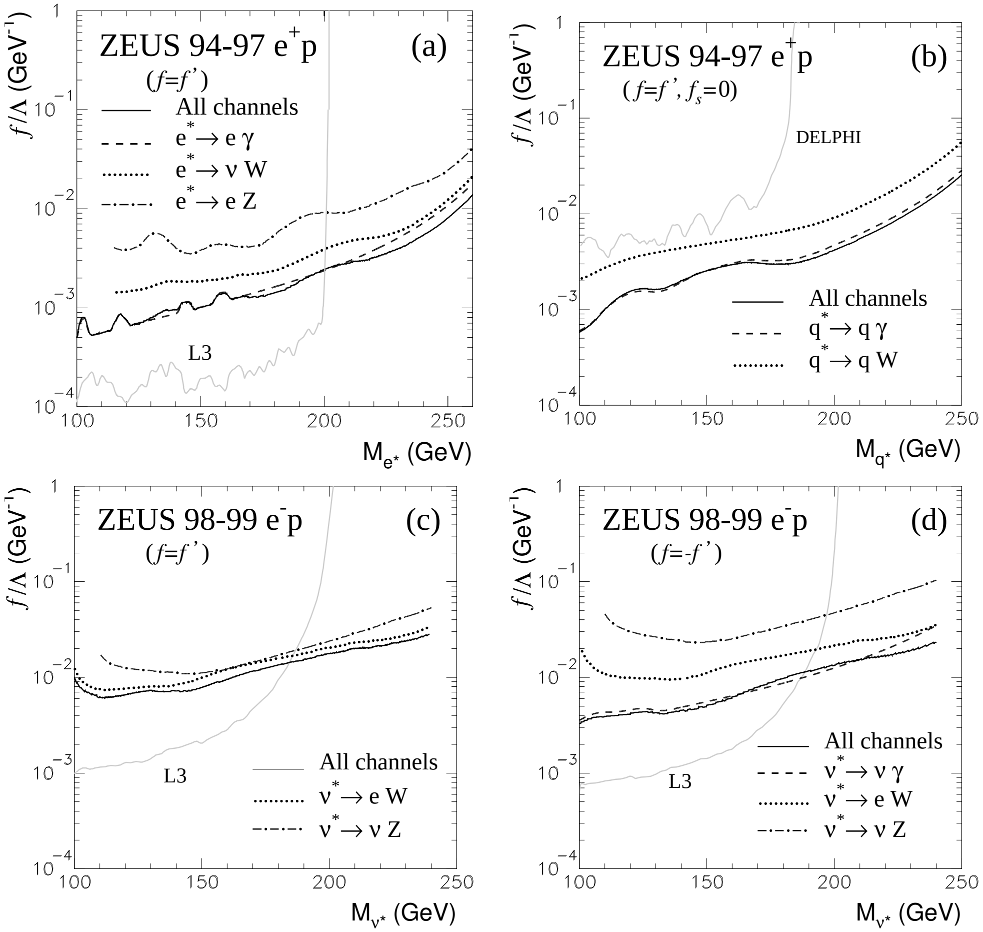
F^* a ZEUS

Limiti su $\sigma.BR$



F^* a ZEUS

Limiti su f/Λ



Limiti su m_{F^*}

A ZEUS:

$m_{e^*} > 233$ GeV

$m_{q^*} > 206$ GeV

$m_{\nu^*} > 136$ GeV $(f' = f)$

$m_{\nu^*} > 161$ GeV $(f' = -f)$

Risultati di LEP: DELPHI - *Eur.Phys.J.* **C8** (1999) 41.
L3 - *Phys.Lett.* **B502** (2001) 37.

Risultati preliminari 2001

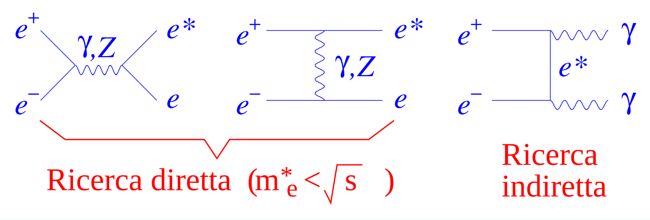
Risultati preliminari da ZEUS:

Analizzati 82.3 pb^{-1} di collisioni $e^{\pm}p$ (1998-00) in cerca di $e^{*} \to e\gamma$

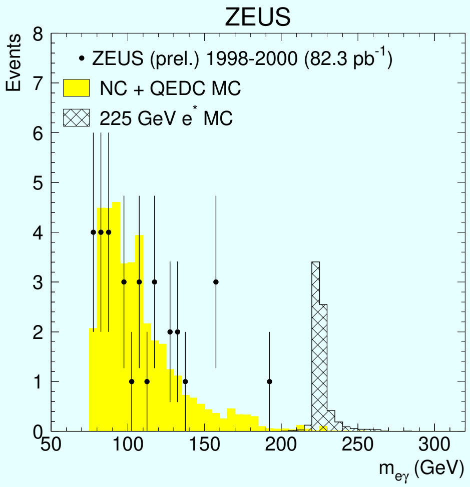
Limite in massa: $m_{e^*} > 244$ GeV

Ricerca indiretta a LEP:

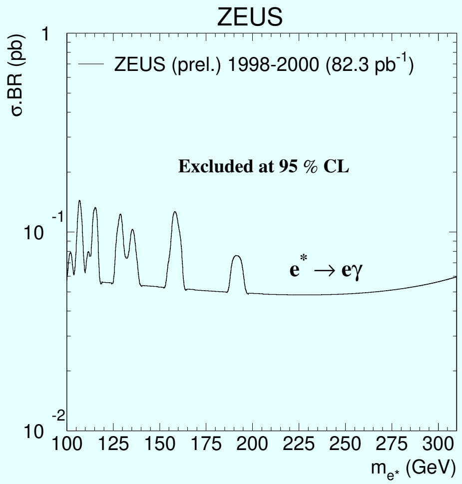
Estende i limiti a $m_{e^*} > \sqrt{s}$



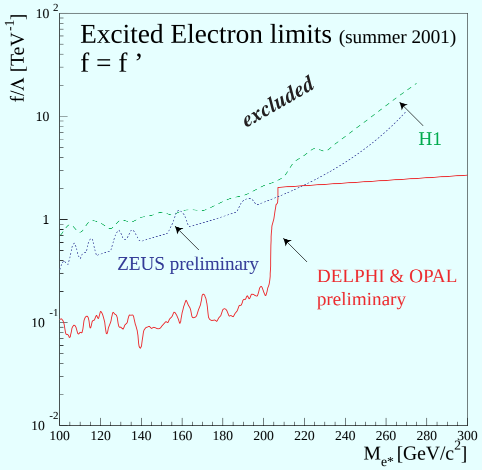
Massa:



Sezione d'urto:



Accoppiamento:



Risultati preliminari 2001

Incertezze sistematiche

- Luminosità integrata: $\pm 1.8\%$ (1998-99 e^-), $\pm 2.25\%$ (1999-2000 e^+)
- Scala di energia: $\pm 3\%$, che porta a $\delta A < 2\%$
- Incertezze teoriche (1):
  - ⋆ Correzioni radiative e PDF: $\pm 8\%$
  - ⋆ Distribuz. angolare per il decadimento di F^*: $\pm 6\%$

Incertezza totale: $\delta = 10.5\%$

- Le incertezze sistematiche sono incluse nel calcolo dei limiti:

$$P(\mu_s; n, \mu_b) = \int_0^{+\infty} \mathrm{d}\gamma \frac{e^{-(\gamma-1)^2/2\delta^2}}{\sqrt{2\pi}\delta} \frac{e^{-\gamma(\mu_s+\mu_b)}(\gamma\mu_s + \gamma\mu_b)^n}{n!}$$

- Il # evt. di fondo dipende dal MC: si è usato quello che dà limiti più conservativi

---

(1) Zeus Collab., *Z.Phys.* **C65** (1995) 627.

F^* a ZEUS

Solo pochi canali analizzati ($\surd$), molti restano da studiare:

Decadimento		'94-'97 e^+	'98-'99 e^-	'99-'00 e^+
$e^* \to e\gamma$		$\surd$	$\surd$	$\surd$
$e^* \to eZ$	$\to eqq$	$\surd$	No	No
	$\to eee$	$\surd$	No	No
	$\to e\mu\mu$	No	No	No
	$\to e\tau\tau$	No	No	No
	$\to e\nu\nu$	$\surd$	No	No
$e^* \to \nu W$	$\to \nu qq$	$\surd$	No	No
	$\to \nu e\nu$	$\surd$	No	No
	$\to \nu\mu\nu$	No	No	No
	$\to \nu\tau\nu$	No	No	No
$\nu^* \to \nu\gamma$		No	$\surd$	No
$\nu^* \to \nu Z$	$\to \nu qq$	No	$\surd$	No
	$\to \nu ee$	No	No	No
	$\to \nu\mu\mu$	No	No	No
	$\to \nu\tau\tau$	No	No	No
	$\to \nu\nu\nu$	No	No	No
$\nu^* \to eW$	$\to eqq$	No	$\surd$	No
	$\to ee\nu$	No	$\surd$	No
	$\to e\mu\nu$	No	No	No
	$\to e\tau\nu$	No	No	No
$q^* \to q\gamma$		$\surd$	No	No
$q^* \to qZ$	$\to qqq$	No	No	No
	$\to qee$	No	No	No
	$\to q\mu\mu$	No	No	No
	$\to q\tau\tau$	No	No	No
$q^* \to qW$	$\to qqq$	No	No	No
	$\to qe\nu$	$\surd$	No	No
	$\to q\mu\nu$	No	No	No
	$\to q\tau\nu$	No	No	No

Conclusioni

- Ricerca di F^* $\Longleftrightarrow$ ricerca della struttura interna dei fermioni
- Allo stato attuale:
  - ⋆ Nessuna osservazione di F^* $\Longrightarrow$ limiti su f/Λ e su m_{F^*}
  - ⋆ I limiti di LEP sono i più stringenti quasi ovunque
- ZEUS può migliorare i propri utilizzando tutta la luminosità disponibile (131 pb^{-1}) ed analizzando ulteriori canali
- Nel periodo 2002-2005 ZEUS acquisirà dati con luminosità istantanea quintuplicata: è previsto $\mathcal{L}(2002\text{-}2005) = 1\ \text{fb}^{-1}$