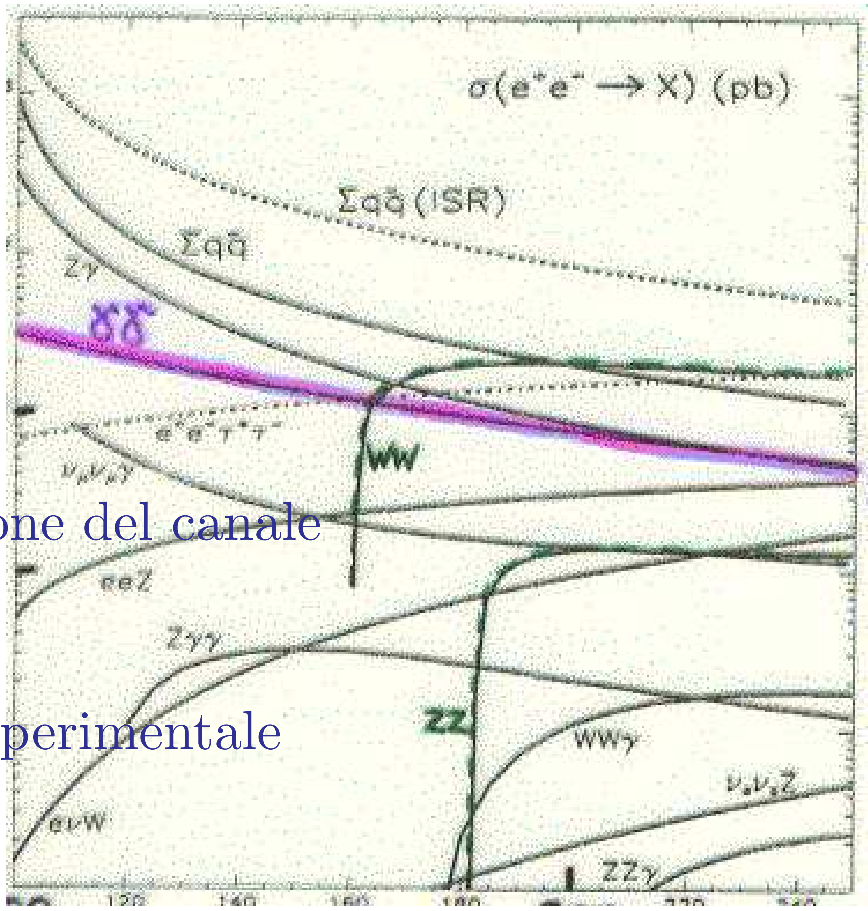
Coppie di fotoni a LEP2 ed interpretazioni

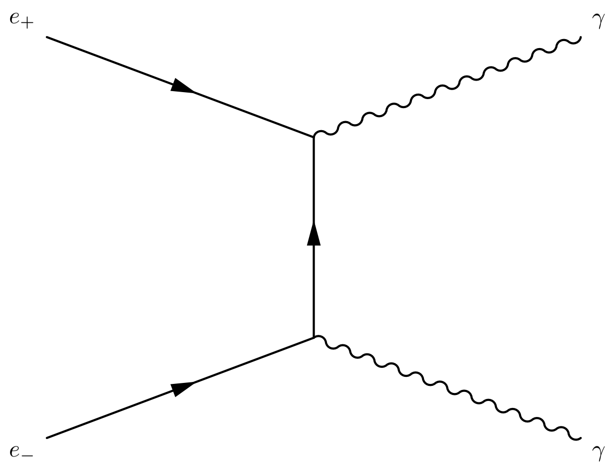
$e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma(\gamma...)$



- Descrizione del canale
- Analisi sperimentale
- Risultati e test di QED
- Test di nuova fisica
- Conclusioni

$e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$

Descrizione del canale



$$\frac{d\sigma}{d\Omega}_{Born} = \frac{\alpha^2}{s}\frac{1+cos^2\theta}{\beta_e^{-2} - cos^2\theta}$$

- dove al denominatore non sono stati trascurati termini dell'ordine $\frac{m_e^2}{E_e^2}$

$$\sigma_{Born} = \frac{2\pi\alpha^2}{s}\left(\log\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{m_e^2}} - 1\right)$$

- tenendo conto delle correzioni

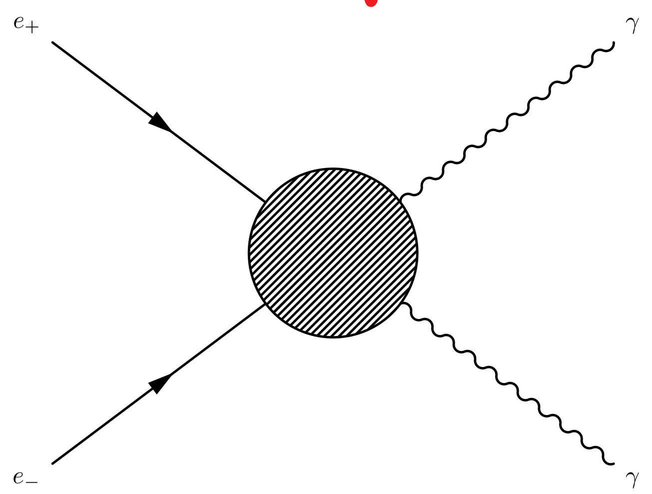
$$\frac{d\sigma}{d\Omega}_{QED} = \frac{d\sigma}{d\Omega}_{Born}(1 + \delta_{QED})$$

- sperimentalmente angolo nel c.m. e^+e^-

$$cos\theta^* = \left|\frac{sin(\frac{\theta_1-\theta_2}{2})}{sin(\frac{\theta_1+\theta_2}{2})}\right|$$

$\boxed{e^+e^- \to \gamma\gamma}$

Oltre QED



- Processo sensibile a:
  - sottostrutture
  - nuove forze
  - elettroni eccitati
  - effetti di gravità quantistica
- Parametrizzate generalmente con:

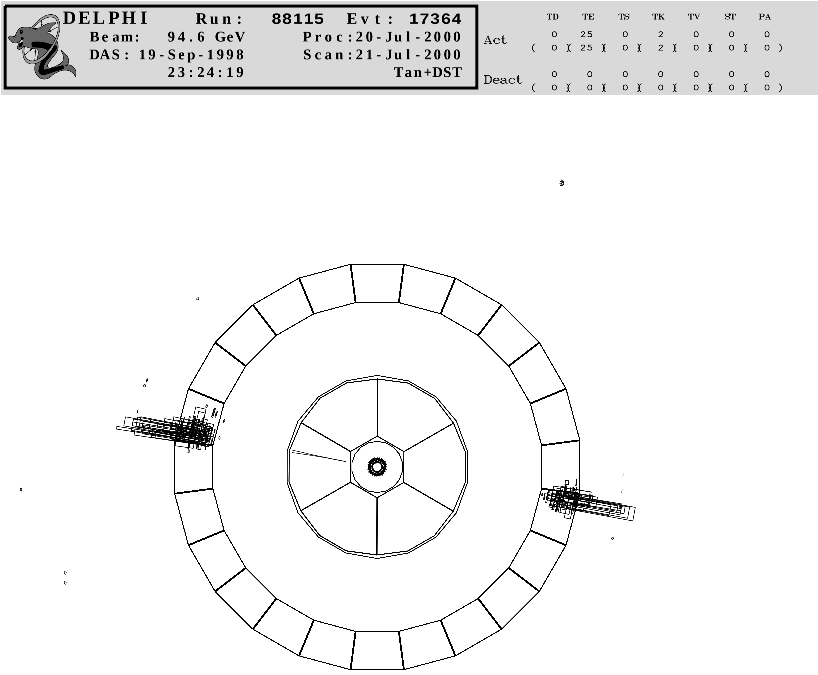
$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{d\sigma}{d\Omega}_{Born} \pm \frac{d\sigma}{d\Omega}_{D},$$

$$\frac{d\sigma}{d\Omega}_{D} = s\xi(1 + cos\theta^2)$$

- Determinanti alte energie e grandi angoli
- Varianti nella definizione di $\xi \propto \frac{1}{\Lambda^4}$

$e^+e^- \to \gamma\gamma$

Analisi sperimentale



- Eventi molto semplici
- Pochi fondi (Bhabha, $\tau^+\tau^- \to e^+e^- + \nu's$)

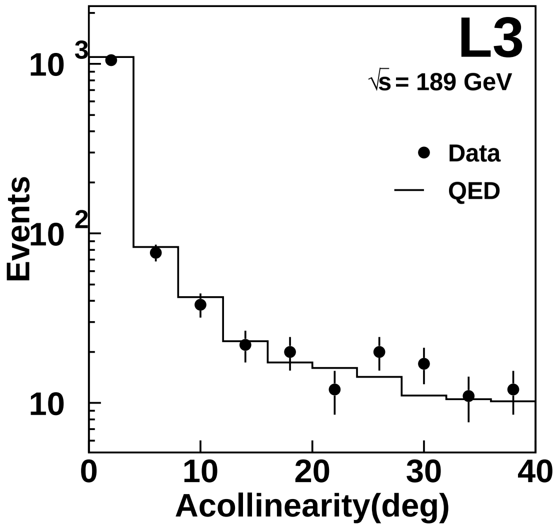
$\Downarrow$

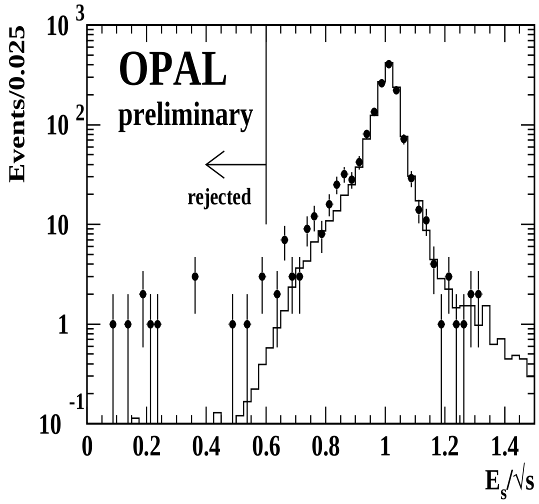
- Clusters elettromagnetici compatibili con γ
- Taglio in energia

  es. L3 $E_1 + E_2 + ... > \sqrt{s}/2$
- nessuna o 1 conversione (no tracce)

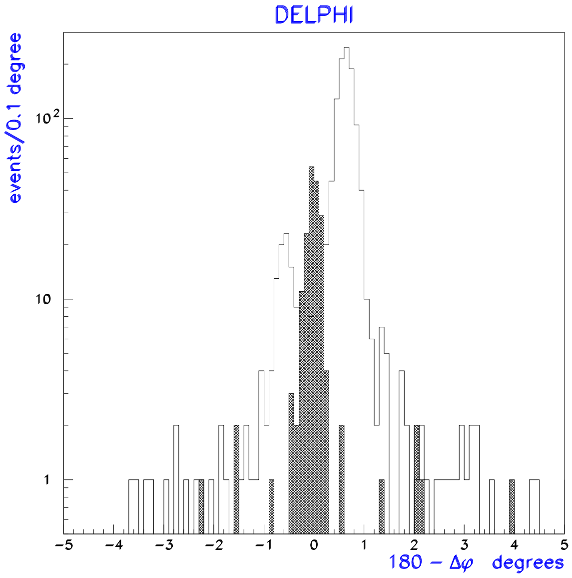
  veto a livello di VD
- Tagli angolari ($|\cos\theta|$ 0.90 – 0.97) (acollinearità)

$\boxed{e^+e^- \to \gamma\gamma}$





Dopo selezione



Bhabha (bianchi) $\gamma\gamma$ (scuri)

- Efficenze 68-90 %

  Generatore $\mathcal{O}(\alpha^3)$ RADCOR $\Rightarrow$ errore <1%

- Fondi residui <1%

$e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$

Risultati e confronti con QED

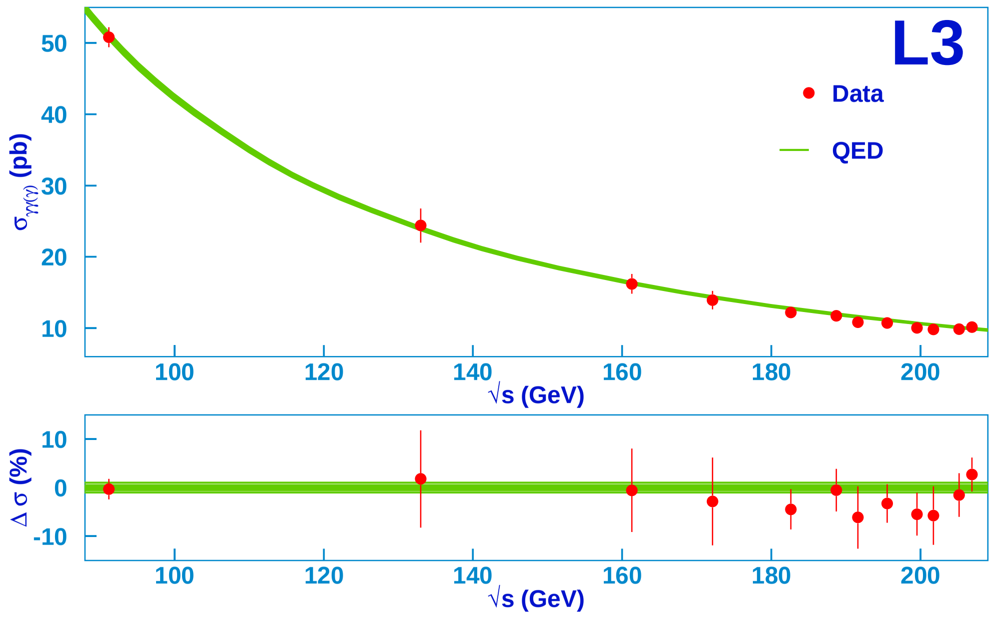
- Non tutti gli esperimenti hanno misurato tutti i dati
- Dati a alta energia preliminari

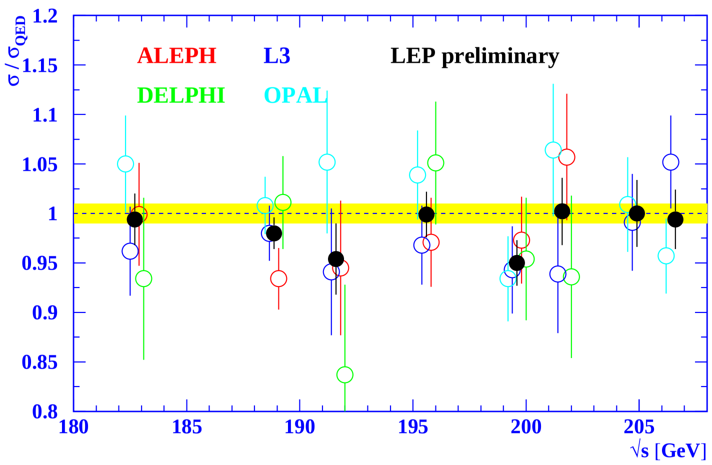
	Anno	$\int \mathcal{L}\, dt (pb^{-1})$	$\sim$ ev.	$\vert\cos\theta\vert$
A	95-99	496	3800	0.95
D	95-00	668	3050	0.90 [a]
L	95-00	706	4900	0.96
O	95-00	693	4500	0.90

- Tagli accettanza $\Rightarrow \sigma_{tot}$
- Sistematiche: $\sim 1 - 2.5\%$ (comuni)
  - Luminosità sperimentale
  - Luminosità teorica
  - selezione e fondo
  - correzioni radiative

[a] con interruzione a 40^o

$e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$





a

+ DELPHI 2000

(0.958 ± 0.041)

⇓

LEP 2000

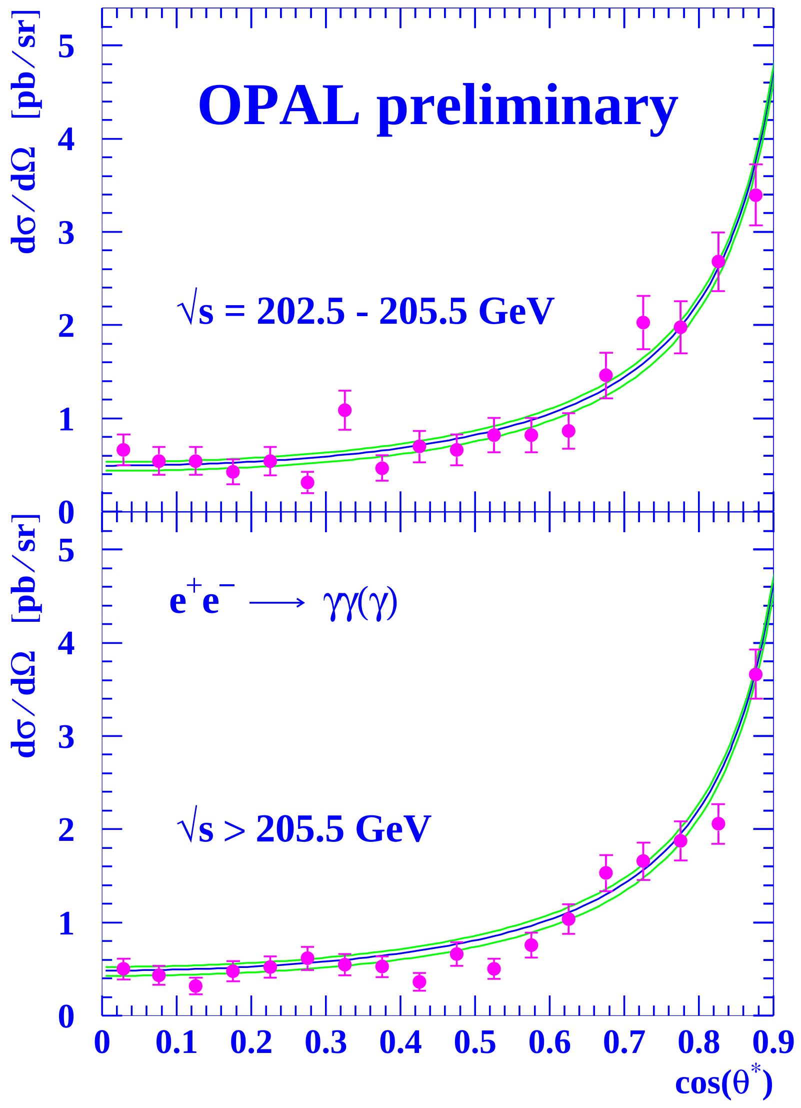
0.988 ± 0.020

Nessuna discrepanza con QED

$e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$

[a] K. Sachs

Possibili effetti in $d\sigma/d\cos\theta$



Tutti gli esperimenti dichiarano buon accordo con QED

$e^+e^- \to \gamma\gamma$

Test di nuova fisica

$$\frac{d\sigma}{d\Omega}_D = \pm\frac{\alpha^2 s}{2\Lambda_\pm^4}(1+cos\theta^2)^{a}$$

- Ponendo $\xi_\pm = \frac{1}{\Lambda_\pm^4}$

95% C.L.

A: $\Lambda_+ > 319$ GeV

$\Lambda_- > 317$

D: $\Lambda_+ > 354$

$\Lambda_- > 324$

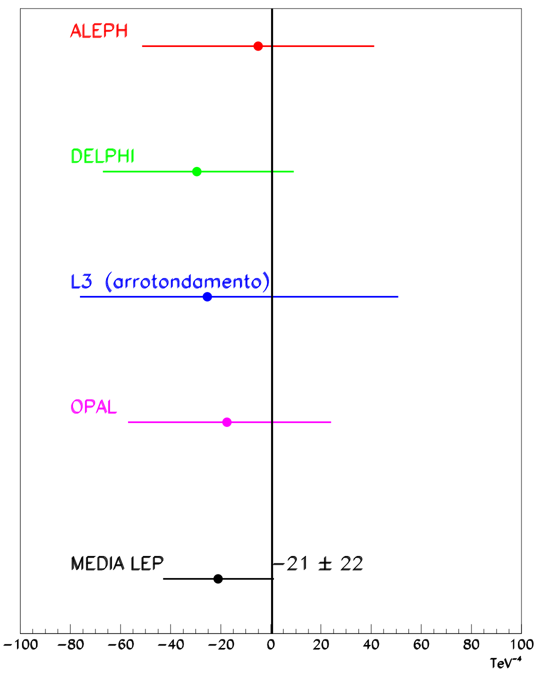
L: $\Lambda_+ > 385$

$\Lambda_- > 325$

O: $\Lambda_+ > 344$

$\Lambda_- > 325$

$\xi_\pm$

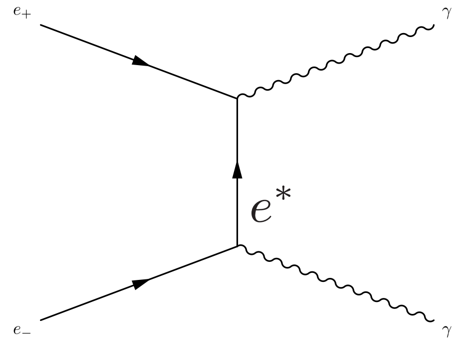


LEP: $\Lambda_+ > 420$ GeV, $\Lambda_- > 359$ GeV

[a] S. Drell, Ann. Phys. 4 (1958) 75

$e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$

Elettrone eccitato



$$\frac{d\sigma}{d\Omega}_D = \frac{\alpha^2 s}{2}\left(\frac{\lambda}{M^2_{e^*}}\right)^2(1+cos\theta^2)H(cos\theta, M_{e^*})$$

(con interazione magnetica)

Limiti M_{e^*} (95% C.L. con $\lambda = 1$)

A: 337, D: 339, L: 325, O: 354 Gev/c^2

(+ caso con interazione magnetica chirale....)

Lagrangiano dimensione 7

$$\frac{d\sigma}{d\Omega}_D = \frac{s^2}{32\pi}\frac{1}{\Lambda'^6}$$

Limiti Λ' (95% C.L.)

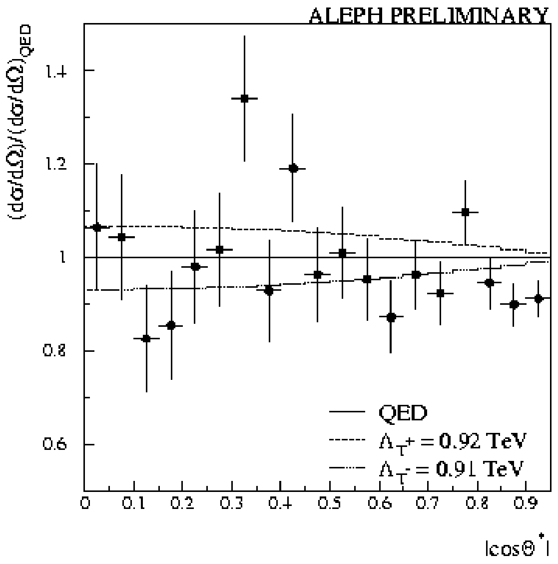
A: 705, L: 810, O: 763 Gev

$\boxed{e^+e^- \to \gamma\gamma}$

Gravità quantistica

Contributi in canale s di modi di eccitazione KK del Gravitone che si propaga in dimensioni spaziali aggiuntive (vedi altra sessione)[a]

$$\frac{d\sigma}{d\Omega}_D = \pm \frac{\alpha^2 s}{4\pi} G_{\pm}^{-4}(1+cos\theta^2) + \mathcal{O}(G^{-8})$$



- Varie formule ($G^{-4} = \pi\Lambda_T^{-4}, = \frac{\lambda}{M_S^4} \ldots$)

- In pratica $G_{\pm}^{-4} = \Lambda_{\pm}^{-4} 2\pi\alpha$

Media LEP: $G_{\pm}^{-4} = -0.97 \pm 1.02$ TeV^{-4},
$G_+ > 908$ GeV , $G_- > 777$ GeV (95% C.L.)

---

[a] G.Giudice et al., Nucl. Phys. B 544 (1999) 3;
E. Mirabelli et al., Phys. Rev. Lett. 82 (1999) 2236.

$e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$

Conclusioni

- Canale studiato dai quattro esperimenti
- Utile Test QED (buon accordo)
- Interesse cresciuto con Gravità quantistica
- Certo *disordine* nel modo di dare parametri/limiti
- Deciso LEP working group:
  valutare gli errori comuni
  fornire sezioni d'urto medie di LEP
  (ricavare i parametri)
- Prospettive future:

Linear Collider

$\boxed{e^+e^- \to \gamma\gamma}$