

Relatividade Geral:

Os 4 testes clássicos

Primeiro teste: a órbita de Mercúrio (precessão do perihélio)

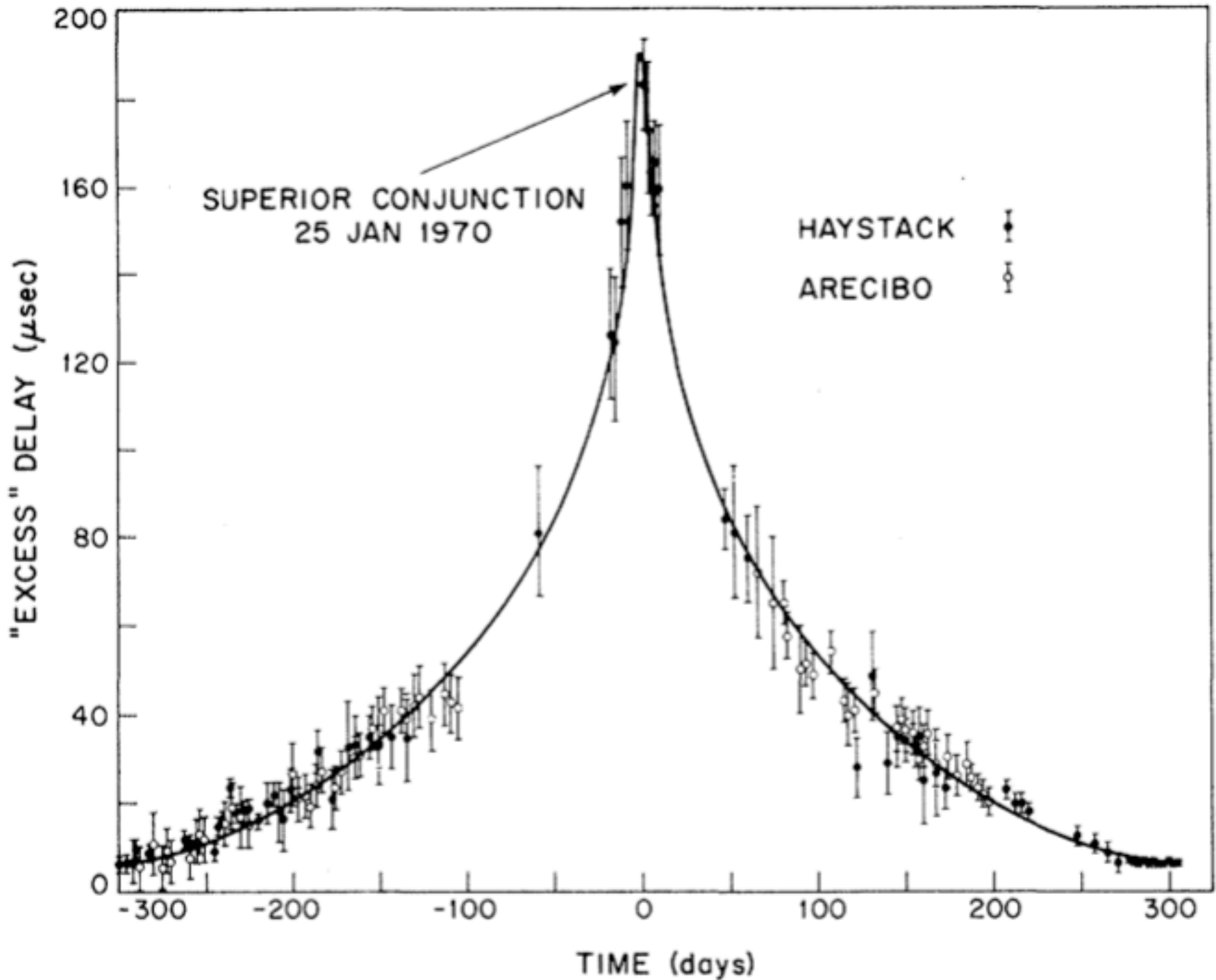
Segundo teste (e primeira previsão): deflexão da luz.

Terceiro teste: desvio para o vermelho gravitacional.

Quarto teste: atraso da luz ao passar próximos de grandes massas (uma onda que passa próximo ao Sol é tanto defletida quando sofre um atraso).

Não podemos aqui ver os detalhes desses testes, mas é bom vocês terem ciência deles.

Vários outros foram propostos e realizados. Por motivos históricos, esses foram chamados de “clássicos”. Os 3 primeiros foram indicados por Einstein. O Quarto por Irwin Shapiro.



- [Shapiro et al PRL 1971](#)

Relatividade Geral:

Os 4 testes clássicos

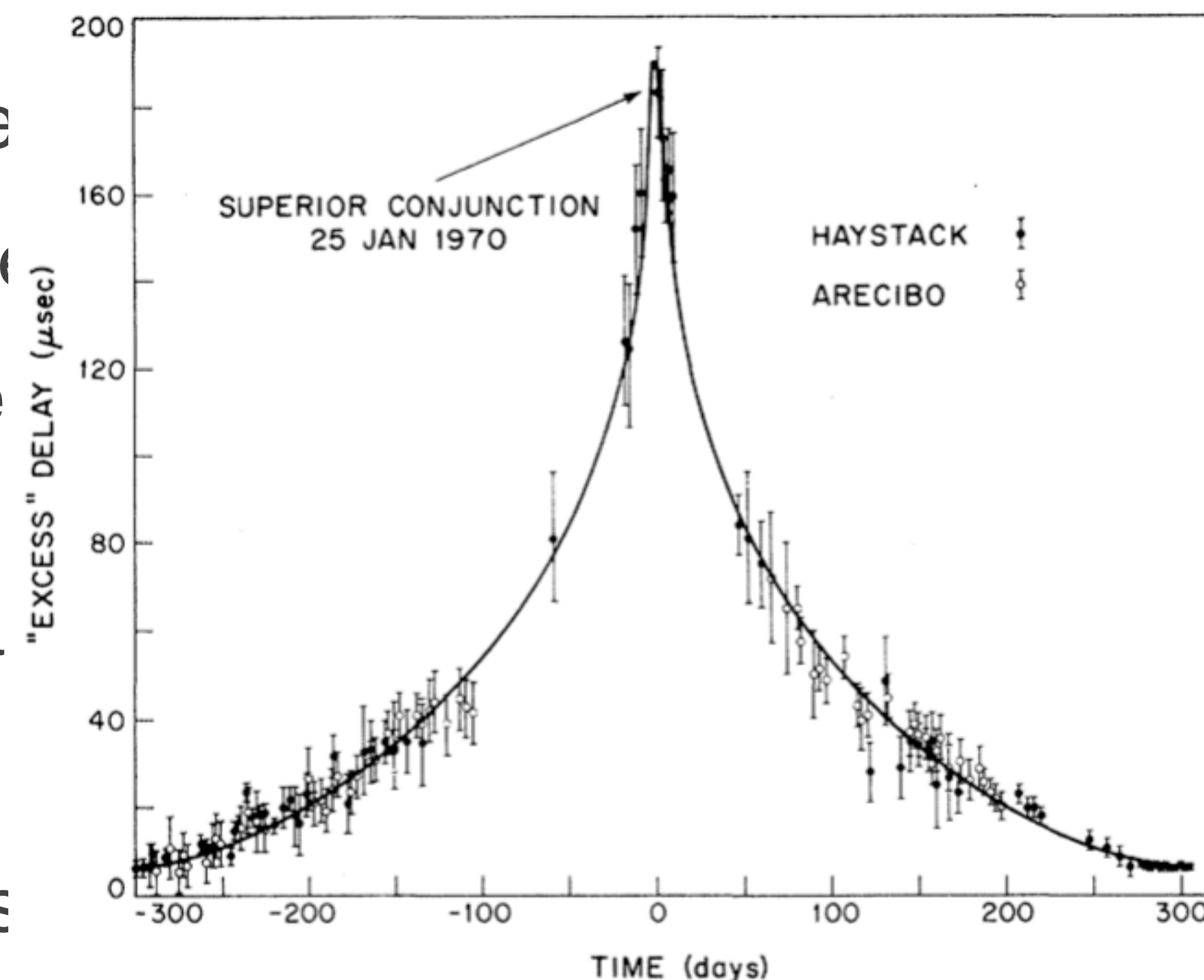
Primeiro teste

Segundo teste

Terceiro teste

Quarto teste:
onda é passa

Não podemos
terem ciência de



perihélio)

JZ.

al.

grandes massas (uma
ndo sofre um atraso).

mas é bom vocês

• [Shapiro et al PRL 1971](#)

Vários outros foram propostos e realizados. Por motivos históricos, esses foram chamados de “clássicos”. Os 3 primeiros foram indicados por Einstein. O Quarto por Irwin Shapiro.

As equações de Friedmann

- As equações de Friedmann não são difíceis de serem obtidas a partir das equações de Einstein. Fazer a conta passo a passo é um bom exercício para quem quer começar a estudar relatividade geral.
- O ponto de partida é uma métrica especialmente simples que é homogênea e isotrópica, cujo único grau de liberdade é a expansão.
- Essa métrica não é a métrica do espaço-tempo “real”, pois ela só serve para um universo perfeitamente homogêneo e isotrópico. Contudo, ela é a base a partir da qual se insere perturbações que são úteis para descrever boa parte da evolução de nosso universo.

- A métrica em questão é dada por

$$(g_{\mu\nu}) = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & a^2(t) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a^2(t) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a^2(t) \end{pmatrix}, \text{ ou seja, } ds^2 = -dt^2 + a^2(t)(dx^2 + dy^2 + dz^2)$$

Para a constante, temos Minkowski.