Evaluación numérica de la afirmación de Shapiro.

por

Myron W. Evans,

H. M. Civil List

(www.aias.us, www.atomicprecision.com, www.upitec.org, www.et3m.net)

La correcta evaluación de la afirmación de Shapiro es como sigue:

Definimos en primer lugar:

$$f(r) = \left(1-\frac{r_0}{r}\right)^{-1}\left(1-\left(1-\frac{r_0}{r}\right)\left(\frac{R_0^{\,2}}{r^2}\right)\right)^{-½}. \tag{1}$$

La demora de tiempo es:

$$\Delta t = t_3 - t_0 \ , \tag{2}$$

donde

$$t_3 = \frac{2}{c}\left(\int_{R_0}^{R_E} f\ (r)\, dr + \int_{R_0}^{R_P} f\ (r)\, dr\right) \tag{3}$$

$$t_0 = \frac{2}{c}\left(\int_{R_0}^{R_E}\left(1-\left(\frac{R_0^{\,2}}{r^2}\right)\right)^{-½} dr + \frac{2}{c}\left(\int_{R_0}^{R_P}\left(1-\left(\frac{R_0^{\,2}}{r^2}\right)\right)^{-½} dr\right.\right.$$

$$= \frac{2}{c}\left(r_1 + r_2\right) \quad . \tag{4}$$

Wald, en su ecuación (6.3.45) ofrece una expresión para Δt . En primer lugar, nótese que la notación de Wald es:

$$M(\text{Wald}) \longrightarrow \frac{MG}{c^2} \quad (\text{S.I.}) \tag{5}$$

De manera que Wald da, en unidades S.I.:

$$\Delta t = \frac{2}{c}\left[\left(R_E^{\,2} - R_0^{\,2}\right)^{½} + \left(R_P^{\,2} - R_0^{\,2}\right)^{½}\right]$$

$$+ \frac{2MG}{c^3}\left[\ 2\log_e\left(\frac{R_E+(R_E^{\,2}-R_0^{\,2})^{½}}{R_0}\right)\right.$$

$$+ \; 2 \log_e \left(\frac{R_P + (R_P{}^2 - R_0{}^2)^{½}}{R_0} \right)$$

$$+ \left(\frac{R_E - R_0}{R_E + R_0} \right)^{½} + \left(\frac{R_P - R_0}{R_P + R_0} \right)^{½} \Big] \quad . \tag{6}$$

La primera parte de la Ec.(6) es nuestra Ec.(4):

$$t_0 = \frac{2}{c}\left(r_1 + r_2\right) = \frac{2}{c}\left[\left(R_E{}^2 - R_0{}^2\right)^{½} + \left(R_P{}^2 - R_0{}^2\right)^{½}\right] \;, \tag{7}$$

La cual se obtiene analíticamente a partir de la condición:

$$\frac{r_0}{R_0} = 0 \;. \tag{8}$$

Es importante notar que tanto Shapiro como Wald dan a Δt como una expresión que agrega a t_0 , es decir,

$$\boxed{\Delta t \text{ (Wald)} = t_0 + t_3} \tag{9}$$

De manera que la así llamada "demora de tiempo" es en realidad un incremento de tiempo.

Por lo tanto, la afirmación de Shapiro repetida por Wald es:

$$t_3 = \frac{2MG}{c^3} \Big[2 \log_e \left(\frac{R_E + (R_E{}^2 - R_0{}^2)^{½}}{R_0} \right)$$

$$+ \; 2 \log_e \left(\frac{R_P + (R_P{}^2 - R_0{}^2)^{½}}{R_0} \right)$$

$$+ \; \left(\frac{R_E - R_0}{R_E + R_0} \right)^{½} + \left(\frac{R_P - R_0}{R_P + R_0} \right)^{½} \Big] \;. \tag{10}$$

Comprobar :

Esto es para evaluar numéricamente la Ec.(3) con precisión de máquina, y comparar el resultado con la Ec. (10).

Parámetros de alimentación:

Estos son r_0 , R_0 , R_E y R_P , pero para propósitos numéricos, cualquier valor de parámetros de alimentación pueden emplearse. Utilizar:

MG = 1.327581035 x 10^{20} m^3 s^{-2}

$c =$ 2.997925 x 10^8 m s^{-1}

de manera que

$$\boxed{\begin{aligned} \frac{2MG}{c^3} &= 9.8543672 \times 10^{-6} \text{ s} \\ &= 9.8543672 \text{ microsegundos.} \end{aligned}}$$