

# Los (verdaderos) efectos gravitacionales del eclipse del 21 de Agosto

Tabaré Gallardo



What gravitational effects happen during a total solar eclipse?

The first thing to realize is that the moon is in its 'new' phase, so whatever gravitational effects you might expect during a total solar eclipse also happen any time there is a New Moon, which happens every 28 days.

Starting as an observer on the ground, you are under the gravitational influence of Earth, the moon and the sun. At the time of the August 21, 2017 eclipse, Earth will be 151.4 million kilometers from the sun, and the moon will be located 365,649 km from the surface of Earth. Using Newton's Law of Gravity, we can calculate the force of the sun, moon and Earth on an 80 kg person. Earth accounts for 784.1 Newtons of force (176.42 pounds), the moon provides 0.0029 Newtons (0.01 ounces) and the sun provides 0.4633 Newtons (1.0 ounces). But because Earth rotates, this also provides a centripetal

gravity' centrifugal force we can also calculate. So if we add the forces with their correct directions we get a total gravitational force of  $784.1 - 0.0029 - 0.4633 = 783.634$  Newtons or 176.317 pounds. So, you will be about 1.7 ounces lighter!

The gravitational effect of the sun and moon being on the same side of Earth during New Moon is actually far more dramatic when you look at what happens to our entire planet. First, the gravitational 'tidal' force of the moon and sun cause a body tide in the solid rock of Earth. If you are on the same line defined by the centers of Earth, the sun and moon, Earth's crust actually bulges upwards by about 40 millimeters across a thousand-kilometer area on Earth's surface. So as you watch the total solar eclipse, feel free to imagine that you are standing on the ground 40 millimeters closer to the sun than it would be several hours later!

Algunos ayudaron explicando los cálculos...

¿Qué podemos inferir de todo esto? Que si pesas 80 kilogramos (785,6 newtons), la alineación del Sol y la Luna al mismo lado de la Tierra te hará más ligero...

$$F_{\odot} = (6.039 \times 10^{-4})(785.6) = 0.474 \text{ N or } 48 \text{ g}$$

$$F_{\text{☾}} = (3.379 \times 10^{-6})(785.6) = 0.00265 \text{ N or } 0.3 \text{ g}$$

...48,3 gramos más ligero.

Otros se entusiasmaron...



Edición Español

Noticias Video TV Especiales Opinión Radio En Marcha Red Room

Mundo Latinoamérica EE.UU. Tecnología Salud Showbiz Vida Viajes Dinero Deportes

CIENCIA Y ESPACIO

# Todos pesaremos medio kilo menos este 21 de agosto



## Videos recomendados



¿Prestó Trump suficiente atención a la emergencia en Puerto Rico?



Masacre en Chihuahua: grupo armado mata a 14 personas



TENDENCIAS

## SIN DIETA NI EJERCICIO, CON EL ECLIPSE TODOS PESAMOS MEDIO KILO MENOS

La NASA explica por qué las personas de todo el mundo pueden perder unos gramos mientras aprecian el fenómeno.

Lunes, 21 de agosto de 2017 a las 12:50 PM



**Kilos menos** La NASA estima que una persona que pesa 80 kilos podría "adelgazar" 0,48 kilos el día del eclipse. (Foto: Shutterstock)

**ESTADOS UNIDOS (CNN en Español)** - Sin dieta ni ejercicio, este 21 de agosto todos pesamos medio kilo menos gracias al fenómeno gravitacional que produce el eclipse solar total en la Tierra.



Tamaño del texto



TENDENCIAS

## ¿POR QUÉ ESTE LUNES 21 DE AGOSTO TODO PESARÁ HASTA UN KILO MENOS?

La NASA confirmó que el extraño fenómeno ocurrirá y realizó una explicación.

21 de Agosto de 2017 08:46



Otros extendieron el razonamiento...

El mismo fenómeno se da durante el perihelio invernal de enero, cuando la Tierra está más cerca del Sol y la fuerza gravitacional de la gran estrella solar nos aligera unos gramos.

El 21 de agosto, durante el eclipse total de Sol, la Tierra estará a 365 mil 649 kilómetros de la Luna y a 151.4 millones de kilómetros del Sol; es decir que la fuerza gravitacional de la Tierra será mucho mayor que la del Sol, que a su vez será mucho mayor que la de la Luna.

**TE RECOMENDAMOS: ¿Dónde se consiguen los lentes para ver el eclipse solar 2017?**

Esta alineación del Sol y la Luna al mismo lado de la Tierra si nos hará más ligeros y para calcular qué tanto peso perderemos podemos aplicar la Ley de Newton, pero de cualquier forma te aseguramos que serán unos 20 o 30 gramos, nada cercano a un kilo.

# Física I

$$F = ma = \frac{GmM_T}{r^2}$$



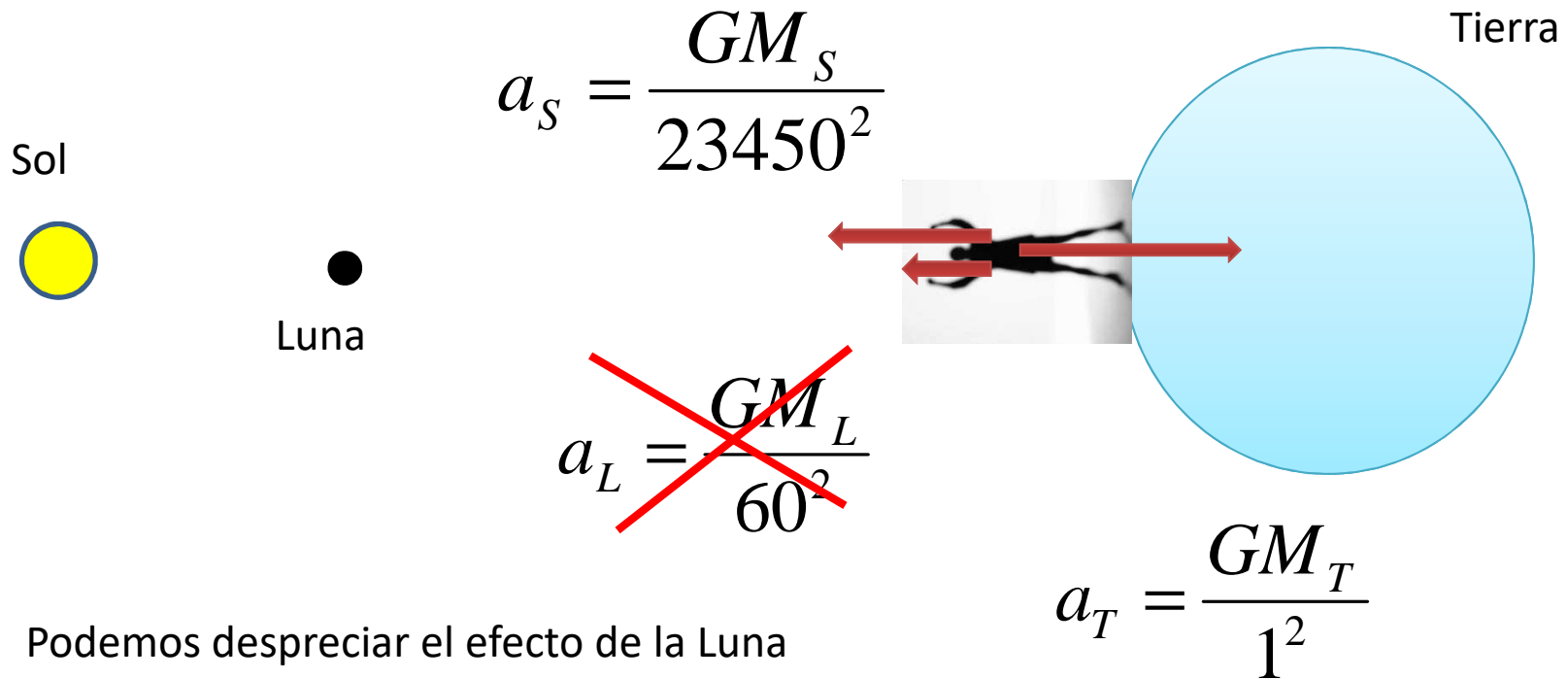
Tierra

$$a = \frac{GM_T}{r^2}$$



# El razonamiento

Unidad de distancia: radio terrestre

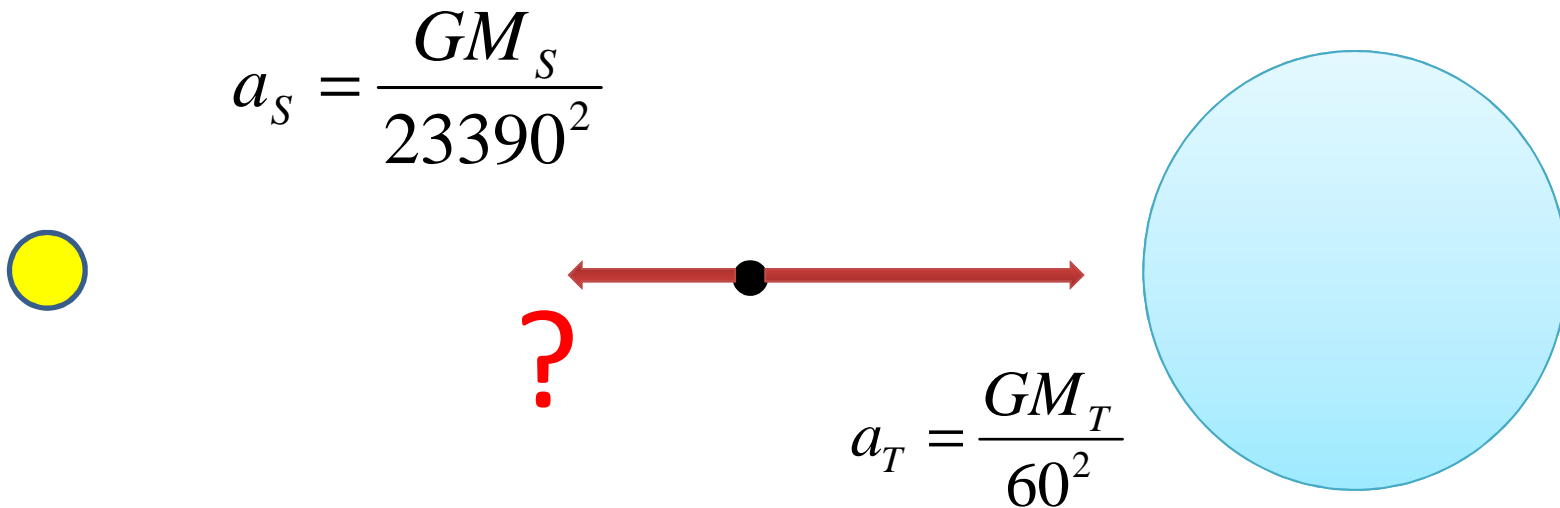


$$\frac{a_S}{a_T} = \frac{M_S 1^2}{M_T 23450^2} = 0.0006$$

- La aceleración terrestre se vería disminuida en una fracción 0.0006
- El peso de una persona de 80.000 gramos se vería disminuido en  $80.000 \times 0.0006 = 48$  gramos.
- Durante la noche aumentaría 48 gramos

**¡Bárbaro!**

# Apliquemos el razonamiento a la Luna

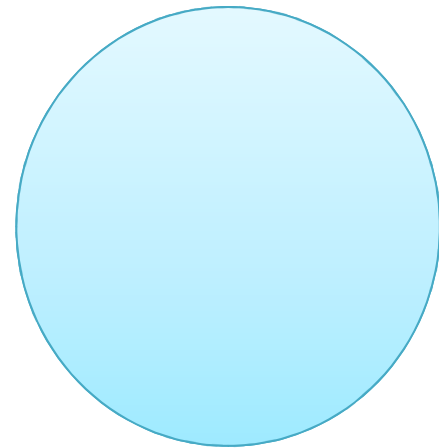


$$a_S = \frac{GM_S}{23390^2}$$

$$\frac{a_S}{a_T} = \frac{M_S 60^2}{M_T 23390^2} = 2.2 \quad !!!$$

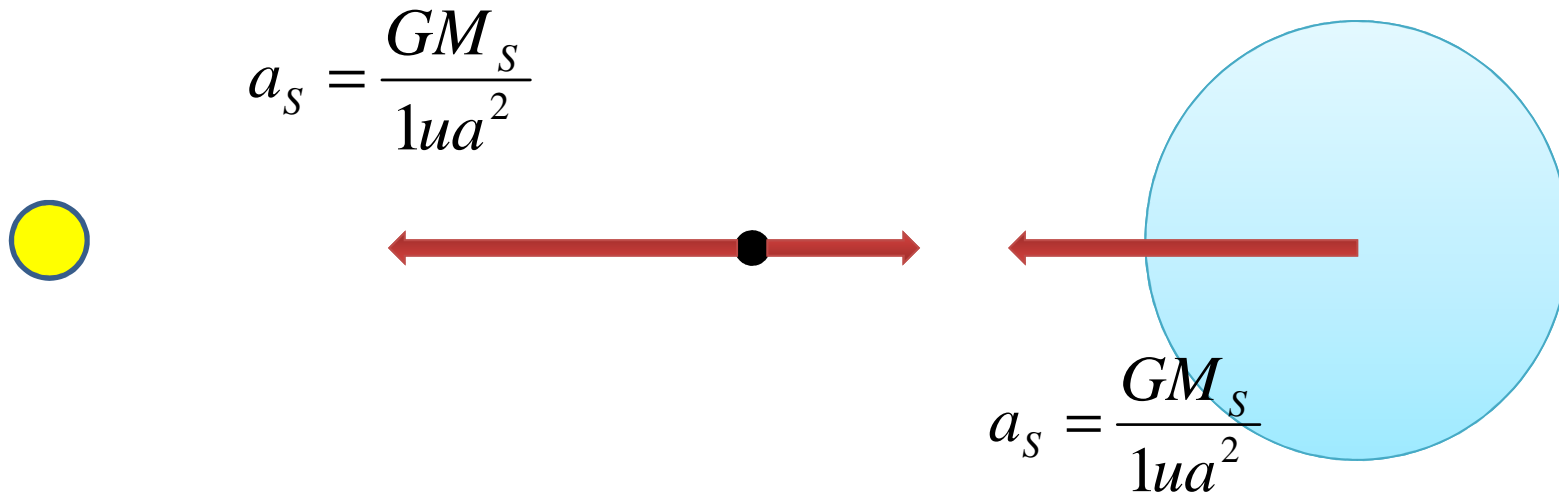
# Aceleración neta en dirección al Sol...

$$\frac{a_S}{a_T} = 2.2$$



Entonces... la Luna debería abandonar la Tierra y dirigirse al Sol...

# ¿Qué está mal?



Faltó considerar la aceleración del Sol sobre la Tierra

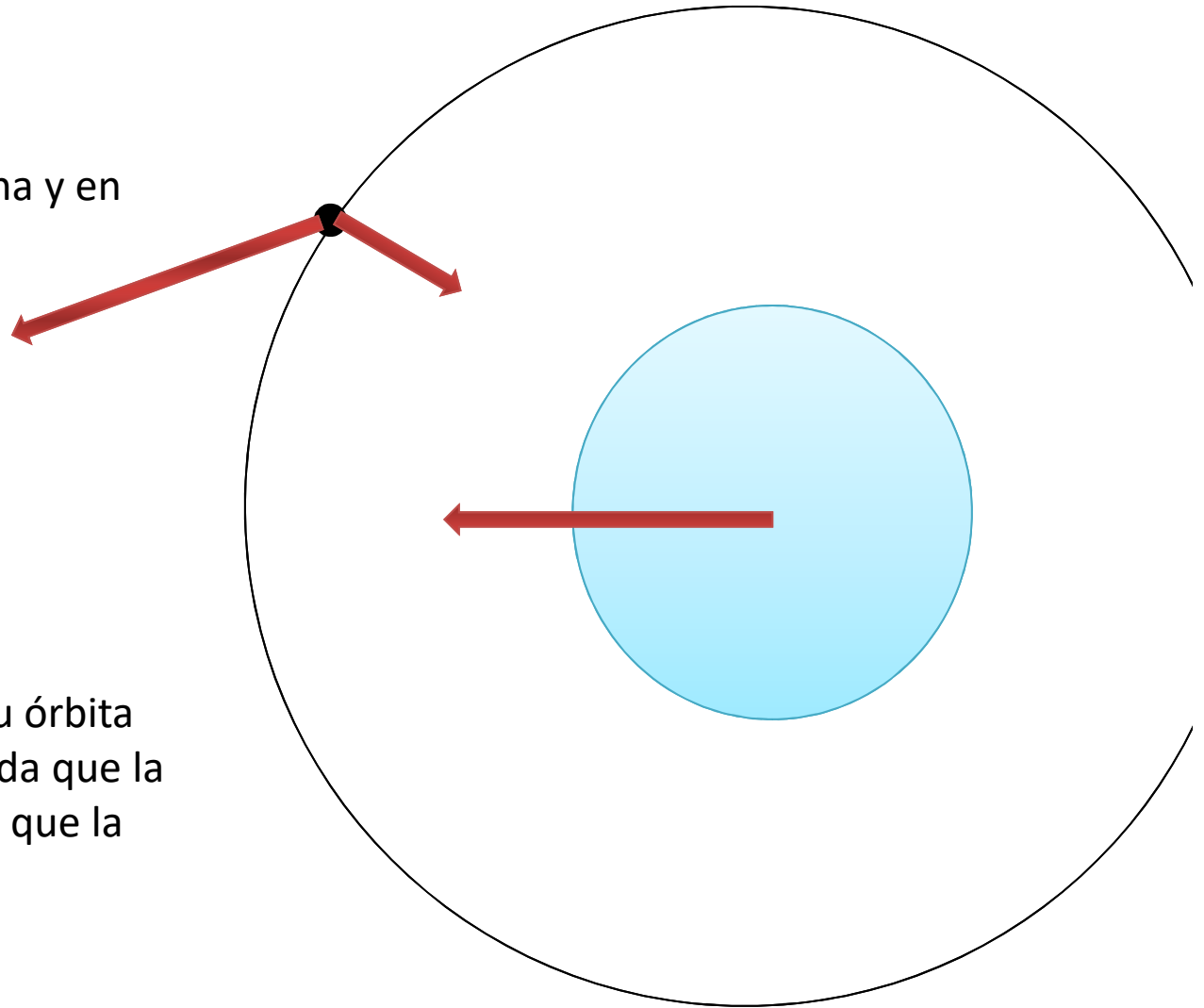
El movimiento geocéntrico de la Luna está dado por la **aceleración de la Luna RESPECTO de la Tierra**

# Marea solar

Son diferencias entre la aceleración del Sol en la Luna y en el centro de la Tierra



La Luna sobrevive en su órbita geocéntrica en la medida que la marea solar sea menor que la atracción terrestre



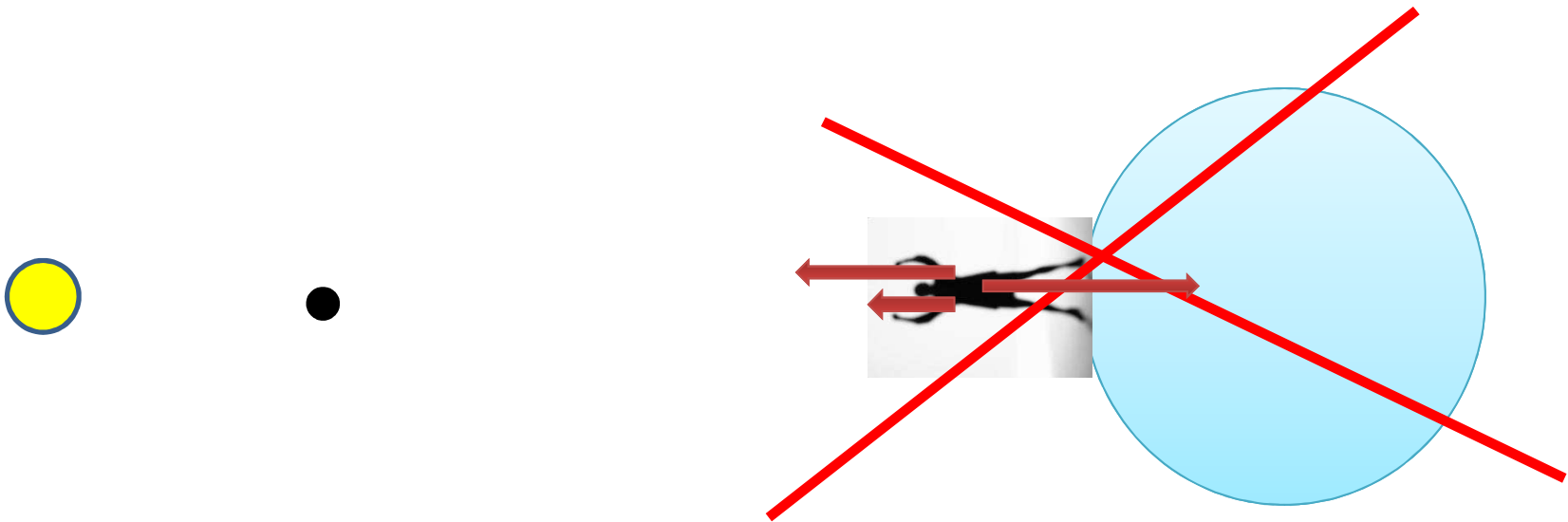


# Marea solar

- Si bien la atracción solar es mayor que la terrestre...
- ...la **marea solar** es menor que la atracción terrestre...
- ...siempre que la Luna este a menos de 0.01 ua de la Tierra

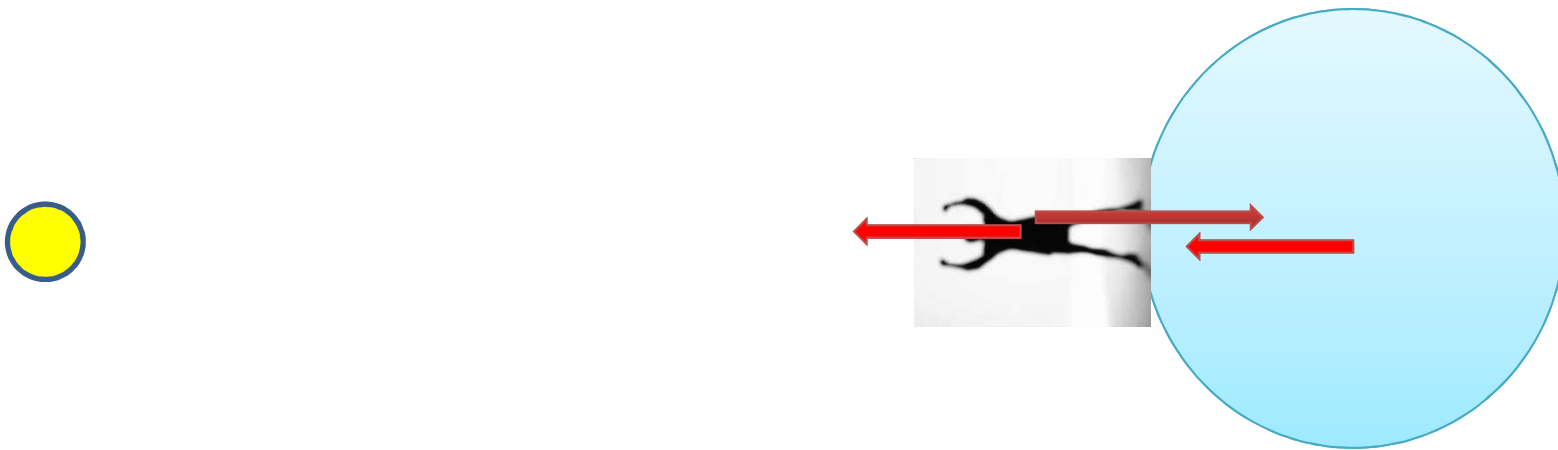
¿Y el eclipse?

# Error!



La Tierra TAMBIÉN está acelerada por el Sol

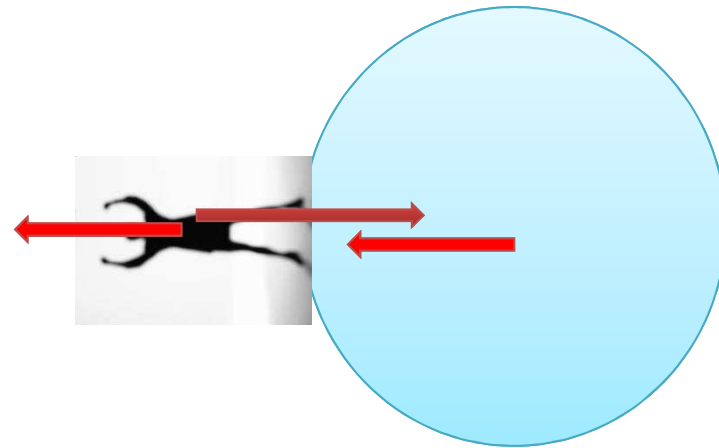
# Faltó considerar la aceleración del Sol sobre la Tierra



El efecto del Sol es simplemente el efecto de **mareas** entre la persona y el centro terrestre

$$\Delta a_s = \frac{da_s}{dr} \Delta r = \frac{2GM_s}{r^3} R_T$$

$$a_T = \frac{GM_T}{R_T^2}$$

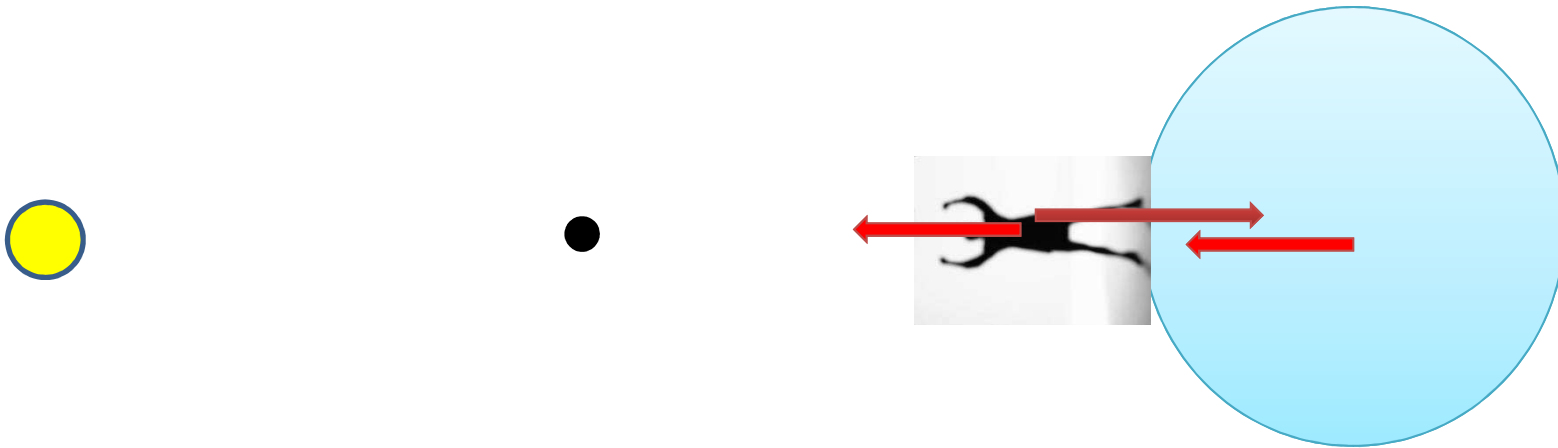


$$\frac{\Delta a_s}{a_T} = \frac{2M_s}{M_T} \left( \frac{R_T}{r} \right)^3 = 0.00000005$$

# Marea solar + marea lunar

$$\frac{\Delta a_S + \Delta a_L}{a_T} = 0.00000015$$

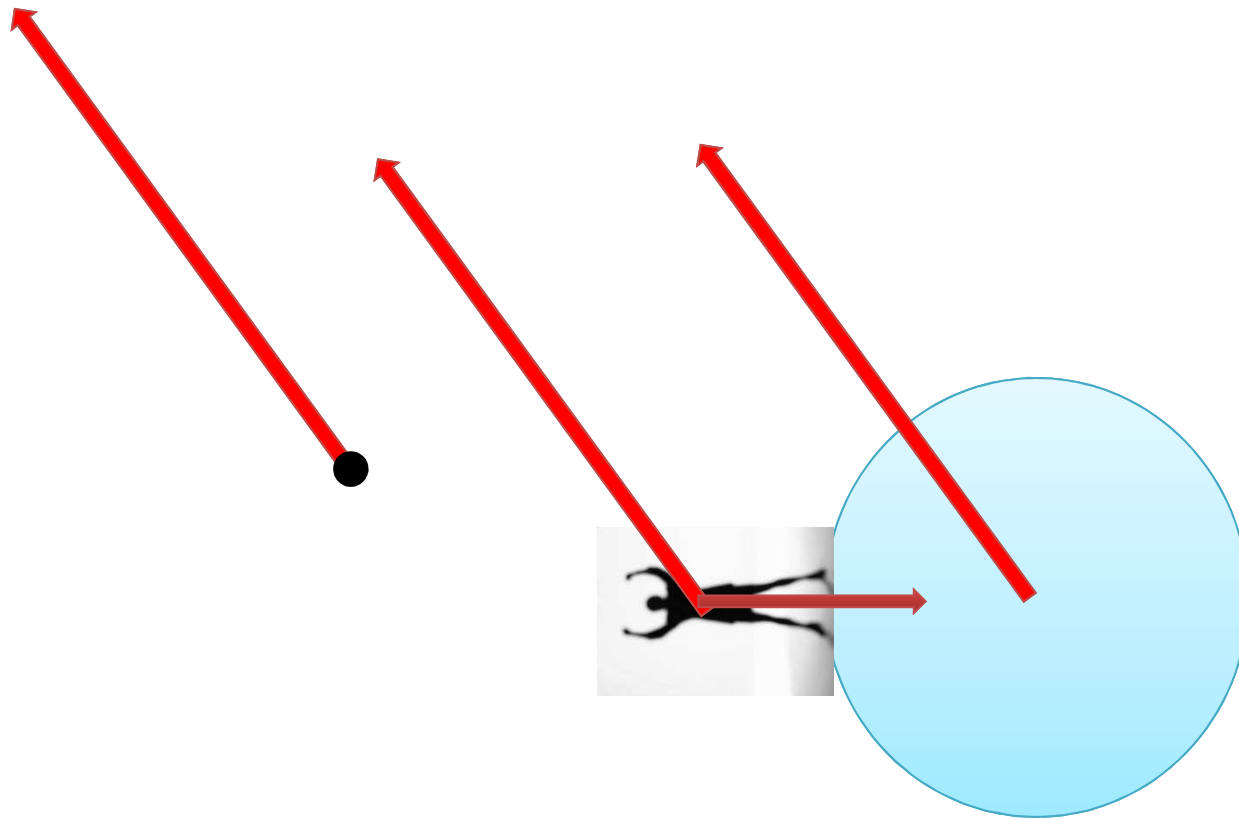
$$a_T = \frac{GM_T}{R_T^2}$$



En una persona de 80kg significan **12 miligramos...**

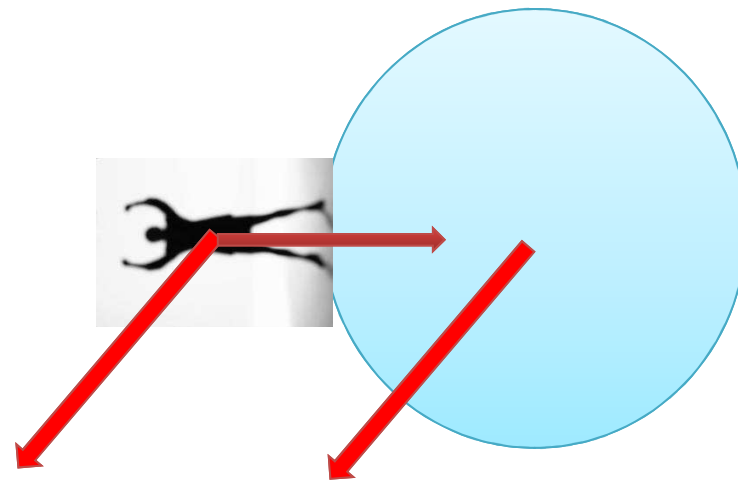


Si estamos inmersos en un campo uniforme cualquiera sea su magnitud **nuestro peso no varía**



...ni nuestros satélites se enteran

No importa si es generado por la galaxia, un agujero negro, el Sol, Luna, en el perihelio o afelio.  
Lo único relevante es la **MAREA**.



# Conclusiones

- Un sistema de  $N$  cuerpos no se altera al introducirlo en un campo gravitacional uniforme (puede variar con el tiempo)
- Debido a las mareas lunisolares el peso de una persona varía en algunos miligramos a lo largo del día
- Los 48 gramos siguen en la web [eclipse2017.nasa.gov](http://eclipse2017.nasa.gov)

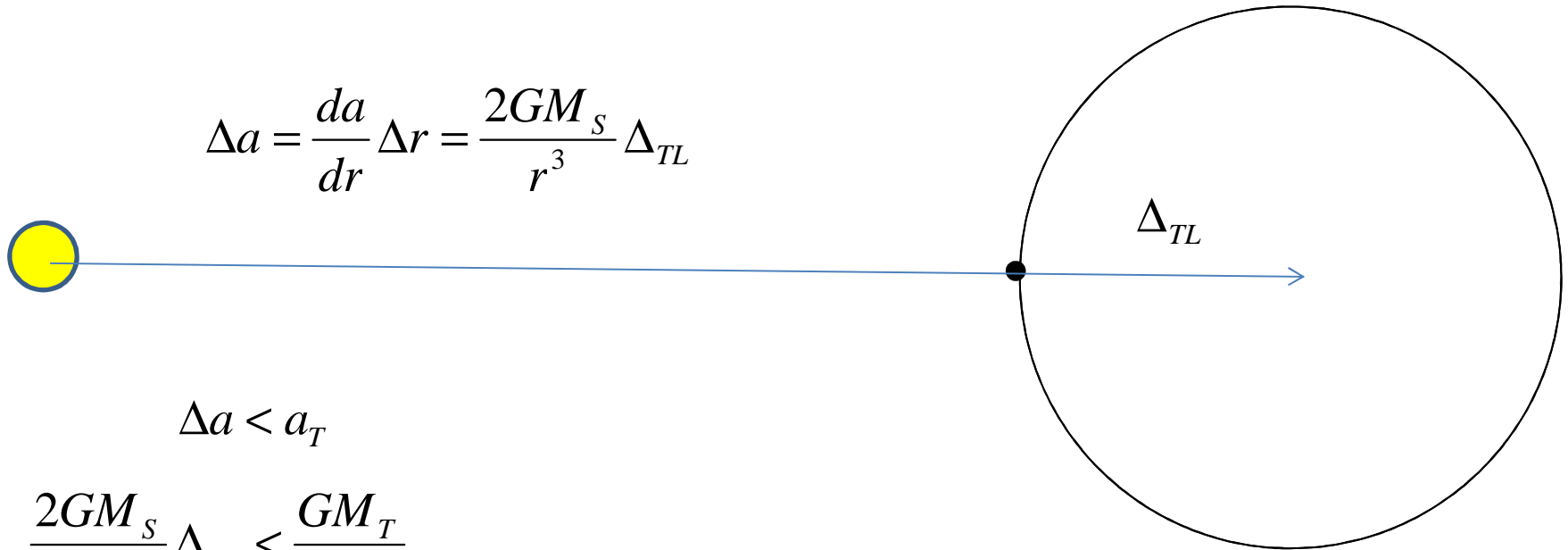
# Mas conclusiones

- Lo anterior asume una Tierra rígida
- Si asumimos la Tierra como un fluido ésta se adapta al campo gravitacional externo
- El efecto sería aún menor

Muchas gracias

# Apendice: Marea solar

$$\Delta a = \frac{da}{dr} \Delta r = \frac{2GM_S}{r^3} \Delta_{TL}$$



$$\Delta a < a_T$$

$$\frac{2GM_S}{r^3} \Delta_{TL} < \frac{GM_T}{\Delta_{TL}^2}$$

$$\Rightarrow \Delta_{TL} < 1ua \left( \frac{M_T}{2M_S} \right)^{1/3} \approx 0.01ua$$