



# EJERCICIOS – SOLUCIONES

## LEY DE GRAVITACIÓN UNIVERSAL

1. Dos cuerpos de la misma masa  $m$  están separados una distancia  $d$ . ¿Cómo variará la fuerza de atracción gravitatoria entre ambos si la masa de ambos cuerpos se reduce a la mitad?

La ley de gravitación universal indica que la fuerza de atracción gravitatoria entre dos cuerpos de masa  $m_1$  y  $m_2$  separados una distancia  $d$  es igual a:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

Si la masa de los dos cuerpos se reduce a la mitad:

$$m'_1 = \frac{m_1}{2} \quad m'_2 = \frac{m_2}{2}$$

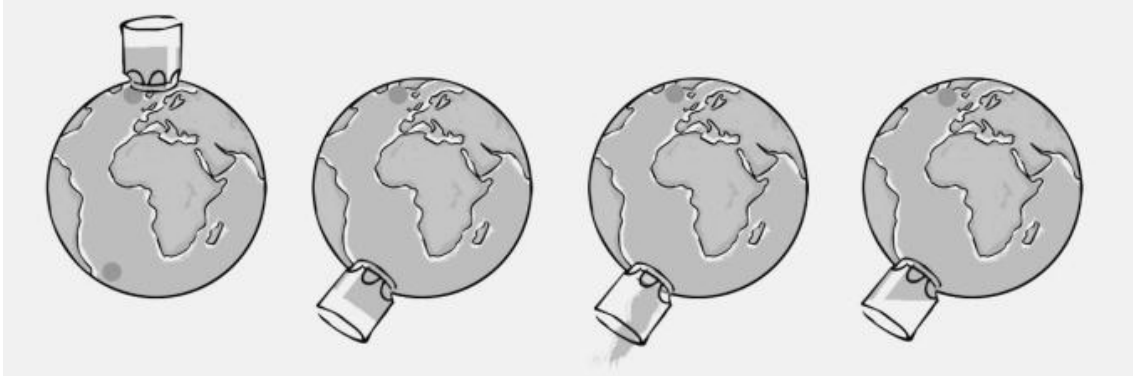
Entonces:

$$F' = G \cdot \frac{m'_1 \cdot m'_2}{d^2} = G \cdot \frac{\frac{m_1}{2} \cdot \frac{m_2}{2}}{d^2} = G \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2} = \frac{1}{4} \cdot F$$

La fuerza se reduce a la cuarta parte.

2. Abraracúrcix, el jefe de la tribu de Asterix, temía que el cielo le cayese en la cabeza. Utiliza la ley de la gravitación universal para explicar a Abraracúrcix:
  - a) Por qué no le va a caer el Sol en la cabeza.
  - b) Por qué no le va a caer la Luna en la cabeza.
  - c) Por qué si le cae algún proyectil en la cabeza, debe pensar que los romanos están atacando la tribu.
  
- a) La fuerza de atracción gravitatoria entre el Sol y la Tierra hace que la Tierra gire alrededor del Sol. El movimiento de rotación impide que la Tierra caiga hacia el Sol.
- b) La Luna gira alrededor de la Tierra como consecuencia de la fuerza de atracción gravitatoria entre ambas. La Luna no va a caer sobre la Tierra.
- c) Si le cae algún proyectil en la cabeza, lo más probable es que otro «humano» lo haya lanzado. La atracción gravitatoria que ejerce la Tierra sobre los objetos hace que acaben cayendo, a veces en la cabeza de Abraracúrcix.

3. Si el vaso con agua que estaba en la posición 1 se lleva a la posición 2, ¿qué ocurriría con el líquido? Pista: imagina que una persona que estaba de pie en 1 se lleva a 2, ¿cómo estará en ella?



La fuerza de atracción gravitatoria que ejerce la Tierra sobre el agua lleva la dirección radial y tiene el sentido hacia el centro de la Tierra. En la posición 2, el agua quedará en el fondo del vaso, como se indica en el primer dibujo (de los tres volcados).

4. ¿Cuánto pesa en Marte un cuerpo que en la Tierra pesa 20 N?  $g_{Marte} = 3,8m/s^2$ .

La **masa** de un cuerpo es una característica del cuerpo, y su valor es siempre el mismo. El **peso** de un cuerpo es la fuerza gravitatoria con que lo atrae un planeta. La relación entre la masa de un cuerpo y su peso en un planeta depende del planeta.

Calculamos, en primer lugar, la masa del astronauta a partir del valor de su peso en la Tierra:

$$p_{Tierra} = m \cdot g_{Tierra} \rightarrow m = \frac{p_{Tierra}}{g_{Tierra}} = \frac{20}{9,8} = 2,04kg$$

El peso en Marte es:

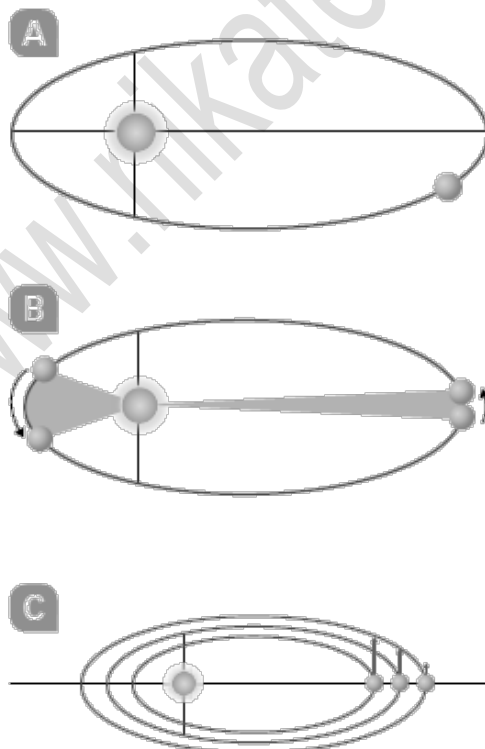
$$p_{Marte} = m \cdot g_{Marte} = 2,04 \cdot 3,8 = 7,76N$$

5. Copia en tu cuaderno y completa el texto siguiente poniendo las palabras que faltan en los huecos.
- a) El famoso científico \_\_\_\_\_ descubrió la ley de la *gravitación* universal.

- b) Según ella, todos los \_\_\_\_\_ del universo se \_\_\_\_\_ con una fuerza que es directamente proporcional a su \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_ proporcional al cuadrado de la \_\_\_\_\_ que los separa.
- c) La Luna gira alrededor de la Tierra porque esta la \_\_\_\_\_.
- d) La Luna no cae sobre la Tierra aunque esta la atrae porque la Luna \_\_\_\_\_ alrededor de la Tierra.

- a) El famoso científico *Isaac Newton* descubrió la ley de la *gravitación universal*.
- b) Según ella, todos los *cuerpos* del universo se *atraen* con una fuerza que es directamente proporcional a su *masa* e *inversamente* proporcional al cuadrado de la *distancia* que los separa.
- c) La Luna gira alrededor de la Tierra porque esta la *atrae*.
- d) La Luna no cae sobre la Tierra aunque esta la atrae porque la Luna *gira* alrededor de la Tierra.

6. Kepler encontró las leyes que rigen el movimiento de los astros. Asocia en tu cuaderno cada dibujo con una ley y su consecuencia.



- A → Los planetas giran alrededor del Sol describiendo órbitas elípticas.
- B → Los planetas se mueven más rápido en la zona del afelio que en la del perihelio.



C → Cuanto mayor sea el tamaño de la órbita, más tiempo tarda el planeta en recorrerla.

7. Relaciona en tu cuaderno las siguientes características con el tipo de movimiento al que corresponden: rotación / traslación.
- a) Giro de un astro alrededor de sí mismo.
  - b) Su duración representa un día.
  - c) Giro de un astro alrededor de otro astro.
  - d) Su duración representa un año.
- a) Giro de un astro alrededor de sí mismo. → Rotación  
b) Su duración representa un día. → Rotación  
c) Giro de un astro alrededor de otro astro. → Traslación  
d) Su duración representa un año. → Traslación
8. La segunda ley de Kepler nos permite explicar por qué en España los inviernos duran seis días menos que el verano. Señala cuál sería esta diferencia si la Tierra girase alrededor del Sol con una órbita circular.

La diferencia entre la duración del invierno y el verano se debe a que la Tierra describe una trayectoria elíptica.

Si describiese una órbita circular, su velocidad areolar constante coincidiría con que recorre la misma longitud de la órbita en el mismo tiempo. En ese caso, el invierno duraría lo mismo que el verano.

9. Dos cuerpos, A y B, tienen la misma masa  $M$  y están separados una distancia  $d$ . Entre ambos existe una fuerza de atracción gravitatoria de valor  $F$ . Razona cuál será el valor de la fuerza en los casos siguientes:
- a) Si la masa de A se duplica y la de B permanece igual. La distancia entre ambos es  $d$ .
  - b) Si la masa de A se duplica y la de B se reduce a la mitad. La distancia entre ambos es  $d$ .
  - c) Si la masa de A se duplica y la de B permanece igual. La distancia entre ambos se duplica.
  - d) Si la masa de A se duplica y la de B permanece igual. La distancia entre ambos se reduce a la mitad.



Escribimos la expresión de la fuerza gravitatoria en las condiciones del enunciado y luego analizamos cada uno de los casos particulares:

$$F = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$$

a)  $m'_A = 2 \cdot m_A$        $m'_B = m_B$

$$F' = G \cdot \frac{m'_A \cdot m'_B}{d^2} = G \cdot \frac{2 \cdot m_A \cdot m_B}{d^2} = 2 \cdot F$$

La fuerza se duplica.

b)  $m'_A = 2 \cdot m_A$        $m'_B = m_B/2$

$$F' = G \cdot \frac{m'_A \cdot m'_B}{d^2} = G \cdot \frac{2 \cdot m_A \cdot \frac{m_B}{2}}{d^2} = F$$

La fuerza no varía.

c)  $m'_A = 2 \cdot m_A$        $m'_B = m_B$        $d' = 2 \cdot d$

$$F' = G \cdot \frac{m'_A \cdot m'_B}{d'^2} = G \cdot \frac{2 \cdot m_A \cdot m_B}{(2d)^2} = G \cdot \frac{2 \cdot m_A \cdot m_B}{2^2 d^2} = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{2d^2} = \frac{1}{2} F$$

La fuerza se reduce a la mitad.

d)  $m'_A = 2 \cdot m_A$        $m'_B = m_B$        $d' = d/2$

$$F' = G \cdot \frac{m'_A \cdot m'_B}{d'^2} = G \cdot \frac{2 \cdot m_A \cdot m_B}{(d/2)^2} = G \cdot \frac{2 \cdot m_A \cdot m_B}{\frac{d^2}{2^2}} = G \cdot \frac{2^3 \cdot m_A \cdot m_B}{d^2} = 2^3 F = 8F$$

La fuerza se multiplica por 8.

10. Históricamente se utilizaron dos modelos para explicar el universo conocido:

- Modelo geocéntrico: la Tierra es el centro del universo.
  - Modelo heliocéntrico: el Sol es el centro del universo.
- a) ¿Cuál de estos modelos explica el universo que conocemos actualmente? Razónalo.
- b) ¿Por qué crees que tardó tanto en aceptarse el modelo que ahora consideramos correcto?

a) Actualmente sabemos que el Sol está en el centro del sistema solar. El modelo más acorde a los conocimientos actuales es el heliocéntrico, aunque hoy sabemos que no existe un centro del universo como tal.



b) Se ha tardado tanto porque, según la observación directa del firmamento, todo parece girar en torno a la Tierra. Las creencias religiosas también apoyaban la idea de que la Tierra, donde habita el ser humano, debía ser el centro del universo, ya que se consideraba al hombre como el ser más importante del universo. Hubo que esperar a que las evidencias científicas fuesen tan contundentes que no hubiese lugar a dudas con respecto a que el Sol es el centro del sistema solar.

11. Al colocar un objeto en un dinamómetro marca 2,45 N. ¿Cuál será su masa, en gramos?

Se pretende que haga el cálculo con la relación entre peso y masa que se deduce de la experiencia:

$$p = m \cdot g \rightarrow m = \frac{p}{g} = \frac{2,45}{9,8} = 0,25\text{kg} = 250\text{g}$$

12. ¿Qué marcaría el dinamómetro si colgamos de él un objeto de 750 g?

Se pretende que haga el cálculo con la relación entre peso y masa que se deduce de la experiencia:

$$p = m \cdot g = 9,8 \cdot 0,75 = 7,35\text{N}$$

13. ¿Puedes obtener la fórmula para calcular el peso de estos objetos en agua?

Al representar gráficamente el peso de los objetos en agua frente a su masa se obtienen una serie de puntos que ajustan a una línea. La relación entre el peso y la masa es la pendiente de la línea de ajuste. Se puede comprobar cómo se hace en el vídeo que recoge la práctica. El factor que relaciona peso y masa en el agua debe ser un poco inferior al que relaciona peso y masa en el aire.

14. ¿Por qué es diferente el peso dentro del agua que fuera del agua?

El agua ejerce una fuerza de empuje que se opone al peso. Cuando pesamos un objeto sumergido en agua, obtenemos su peso aparente que es menor que el peso real. El peso aparente es el peso real menos la fuerza de empuje que ejerce el agua.