

ACTIVIDADES DE REFUERZO

- Calculamos el peso de un cuerpo en la Tierra multiplicando su masa (en kg) por el factor 9,8 (N/kg). ¿Cuál es el peso de un cuerpo de 5 kg?
- 2 El peso de un cuerpo no es más que la fuerza de atracción gravitatoria que ejerce la Tierra sobre él. De acuerdo con la ley de Newton, la fuerza de atracción gravitatoria entre dos cuerpos es directamente proporcional a sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa:

$$F_{\rm G} = G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2}$$

Calcula la fuerza de atracción gravitatoria que ejerce la Tierra sobre un cuerpo de 5 kg cuando está:

- a) En el suelo.
- **b)** En lo alto de la Torre Eiffel (300 m).

Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ (N · m²/kg²); $M_T = 6 \cdot 10^{24}$ kg; $R_{\rm T} = 6400 \, {\rm km}$.

- 3 La fuerza de atracción gravitatoria tiene la dirección de la línea que une ambos cuerpos. Dibuja la dirección y sentido de la fuerza peso de un cuerpo de 5 kg que está:
 - a) En el suelo.
 - **b)** En lo alto de la Torre Eiffel (300 m).
 - c) Compáralas e indica cómo es su módulo, su dirección v su sentido.
- 4 El peso de un cuerpo depende del lugar donde se encuentre. Por ejemplo, el peso de un cuerpo en la Luna se obtiene multiplicando su masa (en kg) por el factor 1,6 (N/kg). ¿Cuál es el peso en la Luna de un cuerpo de 5 kg?
- 5 Teniendo en cuenta la expresión de la fuerza de atracción gravitatoria, indica qué es lo que hace que el factor por el que hay que multiplicar la masa pasa obtener el peso en la Tierra sea tan distinto del factor a aplicar en la Luna.
- 6 Calcula cuánto pesará en la Luna un cuerpo que en la Tierra pesa 100 N.

Datos: factor para calcular el peso en la Luna: 1,6 N/kg; factor para calcular el peso en la Tierra: 9,8 N/kg.

7 Un resorte mide 20 cm, pero al colgar de él un cuerpo, se estira hasta 25 cm. La constante de elasticidad del resorte es 980 N/m.

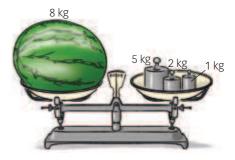
- a) ¿Cuál es el peso del cuerpo?
- b) ¿Cuál es su masa?

Dato: factor para calcular el peso en la Tierra: 9,8 N/kg.

Imagina que llevas a la Luna el resorte de 20 cm con constante de elasticidad 980 N/m. ¿Cuánto mediría al colgar de él un cuerpo de 5 kg de masa?

Dato: factor para calcular el peso en la Luna: 1,6 N/kg.

Para conocer el peso de un cuerpo en una balanza de platos colocamos el cuerpo en un plato y, en el otro, un conjunto de pesas calibradas cuya masa ejerza el mismo peso que el cuerpo:



Comprueba que cuando la balanza está equilibrada, el peso del objeto coincide con el peso del conjunto de pesas calibradas.

Dato: factor para calcular el peso en la Tierra: 9,8 N/kg.

10 Imagina que quieres pesar un objeto de 8 kg en la Luna y utilizas para ello una balanza de platos. ¿Qué pesas calibradas debes colocar en el otro platillo para que la balanza esté equilibrada?

Dato: factor para calcular el peso en la Luna: 1,6 N/kg.

- 11 Teniendo en cuenta los resultados de las actividades 6, 7, 8 y 9, completa las frases siguientes:
 - a) Una balanza de resorte da un peso (*igual / diferente*) de un mismo objeto en la Tierra que en la Luna.
 - **b.** Una balanza de platos da un peso (*igual / diferente*) de un mismo objeto en la Tierra que en la Luna.
- La fuerza peso es la responsable de que un cuerpo se caiga cuando lo dejamos libre. Teniendo en cuenta la relación entre fuerza y movimiento, responde:
 - a) ¿Qué tipo de movimiento tiene un cuerpo que cae libremente sobre la Tierra: MRU, MRUA o MCU?
 - **b)** Si un cuerpo cae desde una altura de 2 m en la Tierra y en la Luna, ¿en qué caso tardará más en recorrer esa distancia? ¿Por qué?

ACTIVIDADES DE REFUERZO (soluciones)

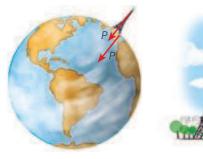
- 1 $P = m \cdot 9.8 \frac{N}{kg} = 5 kg \cdot 9.8 \frac{N}{kg} = 49 N$
- 2 Sustituimos valores (en unidades S.I.) y calculamos:
 - a) En el suelo: $d = R_{T}$.

$$F_G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 5 \text{ kg}}{(6400 \cdot 10^3)^2 \text{ m}^2} = 48,9 \text{ N}$$

b) Cuando está en lo alto de la Torre Eiffel, el valor $d = R_T + 300 \,\mathrm{m} \approx R_T$

$$F_{\rm G} = 48.9 \, \rm N$$

3 En ambos casos, tiene el mismo módulo, la dirección del radio de la Tierra y el sentido hacia el centro. Si consideramos dos puntos que estén muy próximos (lo alto de la torre y un punto en su base, las direcciones son prácticamente la misma, por eso la fuerza peso es la misma.





- **4** $P = m \cdot 1.6 \frac{N}{kg} = 5 kg \cdot 1.6 \frac{N}{kg} = 8 N$
- 5 La masa de la Luna y su radio son mucho menores que la masa de la Tierra. Los otros factores en la expresión de F_G son iguales.
- 6 Calculamos la masa del cuerpo que permanece constante:

$$P_{T} = m \cdot 9.8 \frac{N}{\text{kg}} \rightarrow m = \frac{P_{T}}{9.8 \text{ N/kg}} = \frac{100 \text{ M}}{9.8 \text{ M/kg}} = 10.2 \text{ kg}$$

$$P_L = m \cdot 1.6 \frac{N}{kg} = 10.2 \text{ kg} \cdot 1.6 \frac{N}{kg} = 16.3 \text{ N}$$

7 a) El peso es la fuerza que tira del resorte.

$$F = k \cdot \Delta L = 980 \frac{N}{M} \cdot 0.05 M = 49 N$$

$$m = \frac{P_{\rm T}}{9.8 \,{\rm N/kg}} = \frac{49 \,{\rm M}}{9.8 \,{\rm M/kg}} = 5 \,{\rm kg}$$

8 Hay que calcular su peso en la Luna:

$$P_{L} = m \cdot 1.6 \frac{N}{kg} = 5 kg \cdot 1.6 \frac{N}{kg} = 8 N$$

Utilizamos la ley de Hooke para calcular el estiramiento:

$$\Delta L = \frac{F}{k} = \frac{8 \text{ M}}{980 \text{ M/m}} = 8.2 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 8.2 \text{ mm}$$

El muelle mide 20.82 cm

Cuando la balanza está equilibrada, la fuerza sobre los dos platillos es la misma.

$$P_{T} = m \cdot 9.8 \frac{N}{kg}$$

- Objeto: $P_T = 8 \cancel{kg} \cdot 9.8 \frac{N}{\cancel{kg}} = 78.4 \text{ N}$
- Pesas: $P_T = (5 + 2 + 1) \log \cdot 9.8 \frac{N}{\log 6} = 78.4 \text{ N}$
- 10 Para que la balanza esté equilibrada, la fuerza sobre los dos platillos debe ser igual:

Objeto:
$$P_L = 8 \text{ kg} \cdot 1,6 \frac{N}{\text{kg}} = 12,8 \text{ N}$$

Calculamos la masa de las pesas para que su peso coincida con este:

$$m = \frac{12.8 \text{ M}}{1.6 \text{ M/kg}} = 8 \text{ kg}$$

Hay que poner pesas cuya masa total sea 8 kg.

- a) Una balanza de resorte da un peso diferente de un mismo objeto en la Tierra que en la Luna.
 - b) Una balanza de platos da un peso igual de un mismo objeto en la Tierra que en la Luna.
- a) MRUA, porque se mueve en línea recta bajo la acción de una fuerza.
 - b) Tarda más en la Luna porque la fuerza es menor.



ACTIVIDADES DE REFUERZO

- 1 La unidad de longitud en el Sistema Internacional es el metro, m. Pero el tamaño de los astros o conjuntos de astros en el universo y las distancias entre ellos son tan grandes que se miden en otras unidades.
 - Unidad astronómica (ua): distancia igual a la que separa la Tierra del Sol. Equivale a 150 millones de kilómetros.
 - Año luz: distancia igual a la que recorre la luz en un año. La luz se propaga a una velocidad de 300 000 km/s.

Determina cuál de estas unidades es mayor y cuántas veces es mayor una que la otra.

2 Los astros que vemos en el cielo tienen tamaños muy diferentes. El Sol, la Tierra y la Luna son cuerpos aproximadamente esféricos cuyo radio es:

	Radio (km)	
Sol	695 800	
Tierra	6370	
Luna	1737	

- **a)** Tomando como referencia el radio de la Tierra, determina a cuántos radios terrestres equivalen el radio del Sol y el de la Luna.
- **b)** En una hoja de papel, dibuja distancias proporcionales al radio del Sol, de la Tierra y de la Luna.
- En la tabla siguiente se muestran los datos de la distancia media del Sol y de la Luna a la Tierra. Determina cuál es mayor y cuántas veces es mayor la una que la otra.

Distancia Tierra-Sol	150 millones de km
Distancia Tierra-Luna	384 400 km

- Teniendo en cuenta los resultados de las actividades 2 y 3, explica por qué cuando los vemos en el cielo, el Sol y la Luna nos parecen del mismo tamaño.
- En noches claras de verano podemos ver puntitos brillantes en el cielo. Son las estrellas, y algunas están agrupadas formando constelaciones de nombre conocido como la Osa Menor, cuya estrella más brillante es la estrella Polar. Aunque aparenta ser un punto, su radio mide 31,5 millones de km y se encuentra a 431 años luz de la Tierra. Compara estos datos con los que se indican en las actividades 2 y 3 y calcula:

- a) ¿Es mayor el Sol o la estrella Polar? ¿Cuántas veces es mayor?
- **b)** ¿Qué está más lejos de la Tierra, el Sol o la estrella Polar? ¿Cuántas veces más?
- **c)** Utiliza los resultados anteriores para explicar por qué se ve la estrella Polar mucho menor que el Sol.
- En la tabla se muestra el radio de los diferentes planetas del sistema solar, comenzando por el más próximo al Sol, Mercurio, y terminando por el más alejado, Neptuno:
 - a) ¿Cuál es el planeta más pequeño? Calcula cuántas veces es más pequeño que la Tierra.
 - **b)** ¿Cuál es el planeta más grande? Calcula cuántas veces es mayor que la Tierra.

Planeta	Radio (km)	
Mercurio	2400	
Venus	6052	
Tierra	6378	
Marte	3394	
Júpiter	71 900	
Saturno	60 330	
Urano	25 560	
Neptuno	24780	

- c) ¿Cuál es el planeta de tamaño más parecido a la Tierra?
- **d)** Razona si es cierto que cuanto más lejos se encuentra un planeta del Sol, mayor es su tamaño.
- En la tabla siguiente se muestra la masa de los diferentes planetas del sistema solar, comenzando por el más próximo al sol, Mercurio, y terminando por el más alejado, Neptuno.

Planeta	Masa (kg)
Mercurio	0,33 · 10 ²⁴
Venus	4,87 · 10 ²⁴
Tierra	5,97 · 10 ²⁴
Marte	0,64 · 10 ²⁴
Júpiter	1898,7 · 10 ²⁴
Saturno	568,51 · 10 ²⁴
Urano	86,85 · 10 ²⁴
Neptuno	102,44 · 10 ²⁴

- **a)** ¿Cuál es el planeta de menor masa? Calcula cuántas veces es menor que la de la Tierra.
- **b)** ¿Cuál es el planeta de mayor masa? Calcula cuántas veces es mayor que la de la Tierra.
- c) ¿Cuál es el planeta de masa más parecida a la Tierra?
- **d)** Razona si es cierto que, cuanto más lejos se encuentra un planeta del Sol, mayor es su masa.

ACTIVIDADES DE REFUERZO (soluciones)

1 ua = $150 \cdot 10^6$ km.

1 año luz =
$$3 \cdot 10^5 \frac{\text{km}}{\text{g}} \cdot \frac{3600 \cdot 24 \cdot 365 \text{ g}}{\text{año}} = 9,46 \cdot 10^{12} \text{ km}$$

$$\frac{1 \text{ año luz}}{1 \text{ ua}} = \frac{9,46 \cdot 10^{12} \text{ km}}{150 \cdot 10^6 \text{ km}} = 63 \cdot 10^3$$

1 año $luz = 63\,000$ ua:

2 a)

	Radio (km)	R/R _T
Sol	695 800	109
Tierra	6370	1
Luna	1737	0,27

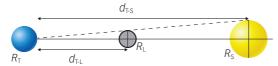


Nota: el dibujo no está a escala.

$$\frac{d_{\text{T-S}}}{d_{\text{T-L}}} = \frac{150 \cdot 10^6 \,\text{km}}{384\,400 \,\text{km}} = 390$$

$$d_{\text{T-S}} = 390 \, d_{\text{T-L}}$$

4 Cuando la Tierra está en línea con la Luna y el Sol, las distancias y los radios forman dos triángulos semejantes.



De ello se deduce:

$$\frac{d_{\text{T-L}}}{R_{\text{L}}} = \frac{d_{\text{T-S}}}{R_{\text{S}}}$$

Sustituimos los valores en cada case

$$\frac{384\ 400\ \text{km}}{1737\ \text{km}} \approx \frac{150\cdot 10^6\ \text{km}}{695\ 800\ \text{km}}; 221 \approx 216$$

a) ¿Es mayor el Sol o la estrella Polar? ¿Cuántas veces es mayor?

$$\frac{R_{\text{E.Polar}}}{R_{\text{Sol}}} = \frac{31.5 \cdot 10^6 \, \text{km}}{695 \, 800 \, \text{km}} = 45.3$$

b) Calculamos la distancia de la estrella Polar a la Tierra en km para comparar:

431 años luz =
$$3 \cdot 10^5 \frac{\text{km}}{\text{g}} \cdot \frac{3600 \cdot 24 \cdot 365 \text{ g}}{1 \text{ año}} = 4,08 \cdot 10^{15} \text{ km}$$

$$\frac{d_{\text{TEP}}}{d_{\text{TS}}} = \frac{4,08 \cdot 10^{15} \text{ km}}{150 \cdot 10^6 \text{ km}} = 27,2 \cdot 10^6$$

c) La estrella Polar está 27 millones de veces más lejos de la Tierra que el Sol, una desproporción mucho mayor que la del radio.

6 a) El planeta más pequeño es Mercurio.

$$\frac{R_{\rm T}}{R_{\rm M}} = \frac{6378 \, \text{km}}{2400 \, \text{km}} = 2,66$$

b) El planeta más grande es Júpites

$$\frac{R_{\rm J}}{R_{\rm T}} = \frac{71900 \, \text{km}}{6378 \, \text{km}} = 11,27$$

- c) Venus.
- d) No. Los planetas que están más alejados que Júpiter tienen, sucesivamente, menor tamaño.
- 7 a) Mercurio.

$$\frac{M_{\rm T}}{M_{\rm M}} = \frac{5.97 \cdot 10^{24} \, \text{kg}}{0.33 \cdot 10^{24} \, \text{kg}} = 18.1$$

b) Júpiter

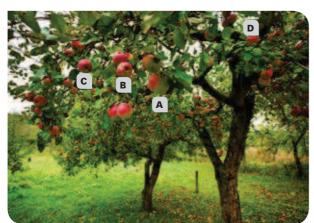
$$\frac{M_{\rm J}}{M_{\rm T}} = \frac{1898.7 \cdot 10^{24} \, \text{kg}}{5.97 \cdot 10^{24} \, \text{kg}} = 318$$

- c) Venus.
- d) No. Los planetas que están más alejados que Júpiter tienen menos masa que Júpiter.



ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

- 1 En el siglo xvII, el científico británico Isaac Newton explicó que el movimiento de los astros era consecuencia de la atracción gravitatoria entre ellos. Repasa el enunciado de esta ley y explica qué es igual y qué es diferente en la fuerza gravitatoria que ejerce la Tierra sobre la Luna y la fuerza gravitatoria que ejerce la Luna sobre la Tierra.
- 2 Las manzanas A y B tienen una masa de 100 g y están separadas 1 m.



- **a)** Calcula el módulo de la fuerza gravitatoria que ejerce la manzana B sobre A. Dibuja su dirección y sentido.
- b) La manzana C, también de 100 g, está a 2 m de A. Calcula la fuerza gravitatoria que ejerce C sobre A. ¿Es mayor o menor que la que ejerce B? ¿Cuántas veces?
- c) La manzana D tiene una masa de 50 g y está a 1 m de A. Calcula la fuerza gravitatoria que ejerce D sobre A. ¿Es mayor o menor que la que ejerce B? ¿Cuántas veces?

Dato: $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ (N \cdot m²/kg²). Fórmula para calcular la fuerza gravitatoria:

$$F_{\rm G}=G\cdot\frac{M\cdot m}{d^2}$$

3 Si se rompe el pedúnculo que une la manzana al árbol, se cae al suelo. Explica por qué sucede esto si la manzana A está atraída por las manzanas B, C y D. Puedes ayudarte calculando la fuerza con que la Tierra atrae a la manzana. Ten presente que las distancias se miden desde el centro de un cuerpo al centro del otro.

Datos:
$$G = 6,67 \cdot 10^{-11}$$
 (N · m²/kg²); $R_T = 6400$ km; $M_T = 6 \cdot 10^{24}$ kg.

4 El peso de un cuerpo no es más que la fuerza de atracción gravitatoria que ejerce la Tierra sobre él. Compara las siguientes expresiones y determina a qué equivale el factor 9,8 N/kg. Haz el cálculo para comprobarlo.

Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ (N · m²/kg²); $M_T = 6 \cdot 10^{24}$ kg; $R_T = 6400$ km.

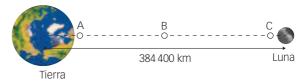
$$P = m \cdot 9.8 \frac{N}{kg}$$
 ; $F_G = G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2}$

El factor que permite calcular el peso de un cuerpo en la Luna es distinto del de la Tierra. Haz un cálculo similar al que has realizado en la actividad 3 para deducir su valor.

Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ (N · m²/kg²); $R_{\rm L} = 1737$ km; $M_{\rm L} = 7,35 \cdot 10^{22}$ kg.

$$P = m \cdot 1,6 \frac{N}{kg}$$
 : $F_G = G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2}$

6 En la segunda mitad del siglo xx, varias misiones llevaron tripulantes a la Luna. Aunque los viajes reales no se hacían en línea recta, observa el esquema en el que se indican varias posiciones de una nave espacial en viaje de la Tierra a la Luna.



- a) Dibuja la fuerza gravitatoria que ejercen la Tierra y la Luna sobre la nave espacial cuando está en las posiciones A, B y C.
- **b)** Determina el sentido de la fuerza total que actúa sobre la nave espacial en los puntos A, en B y en C.
- c) Razona si es posible que exista un punto entre la Tierra y la Luna en el que la fuerza total debida a la atracción gravitatoria sea nula. ¿El punto estará más cerca de la Tierra o de la Luna?
- Una nave espacial viaja desde la Tierra a la Luna.
 Calcula a qué distancia de la Tierra la fuerza
 gravitatoria total que actúa sobre la nave espacial
 es nula. ¿Depende este punto de que la nave espacial
 tenga una masa mayor o menor?

Datos:
$$G = 6,67 \cdot 10^{-11}$$
 (N · m²/kg²); $R_L = 1737$ km; $M_T = 6 \cdot 10^{24}$ kg; $M_L = 7,35 \cdot 10^{22}$ kg.

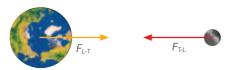
8

FUERZAS Y MOVIMIENTOS EN EL UNIVERSO

ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN (soluciones)

1 La fuerza gravitatoria que ejerce la Tierra sobre la Luna es igual y de sentido contrario a la que ejerce la Luna sobre la Tierra.

El módulo es el mismo porque las masas de los cuerpos y la distancia entre ellos coinciden.



2 a) Sustituimos valores en la expresión:

$$F_{G} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^{2}}{\text{kg}^{2}} \cdot \frac{0.1 \text{kg} \cdot 0.1 \text{kg}}{1^{2} \text{ m}^{2}} = 6,67 \cdot 10^{-13} \text{ N}$$

b) El módulo de la fuerza es la cuarta parte de la anterior.

$$F_G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{0,1 \, \text{kg} \cdot 0,1 \, \text{kg}}{2^2 \, \text{m}^2} = 1,67 \cdot 10^{-13} \, \text{N}$$

c) El módulo de la fuerza es la mitad porque la masa de la manzana D es la mitad.

$$F_G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{0.1 \, \text{kg} \cdot 0.05 \, \text{kg}}{1^2 \, \text{m}^2} = 3,34 \cdot 10^{-13} \, \text{N}$$

La fuerza con que la Tierra atrae a la manzana es mucho mayor que la fuerza con que la atraen las otras manzanas. La calculamos sustituyendo valores en esta expresión:

$$F_G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \, \text{kg} \cdot 0.1 \, \text{kg}}{(6400 \cdot 10^3) \, \text{m}^2} = 0,98 \, \text{N}$$

4 Comparando expresiones

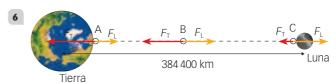
$$9.8 \frac{N}{kg} = G \cdot \frac{M_{T}}{R_{T}^{2}}$$

$$9.8 \frac{N}{kg} = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^{2}}{kg^{2}} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \, \text{kg}}{(6400 \cdot 10^{3})^{2} \, \text{m}^{2}}$$

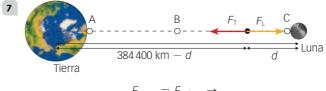
5 Comparando expresiones:

$$1,6 \frac{N}{kg} = G \cdot \frac{M_L}{R_L^2}$$

$$1,6 \frac{N}{kg} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m_L^2}{kg^2} \cdot \frac{7,35 \cdot 10^{22} \, \text{kg}}{(1737 \cdot 10^3)^2 \, \text{m}^2}$$



- a) El módulo de la fuerza gravitatoria que ejerce la Tierra disminuye a medida que la nave se aleja. El módulo de la fuerza gravitatoria que ejerce la Luna aumenta a medida que la nave se acerca a ella.
- **b)** En los puntos A y en B el sentido de la fuerza total que actúa sobre la nave está dirigido hacia la Tierra (ejerce la fuerza gravitatoria de mayor módulo) y en C, hacia la Luna.
- c) Tiene que ser un punto en el que el módulo de la fuerza de atracción que ejerce la Tierra sea igual al módulo de la fuerza de atracción que ejerza la Luna. Como la masa de la luna es menor, el punto debe estar mucho más cerca de la Luna que de la Tierra.



$$F_{\text{GLuna}} = F_{\text{G Tierra}} \rightarrow$$

$$\rightarrow G \cdot \frac{M_{\text{L}} \cdot m_{\text{nave}}}{d^2} = G \cdot \frac{M_{\text{T}} \cdot m_{\text{nave}}}{(384\,400 \cdot 10^3 - d)^2} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{7,35 \cdot 10^{22} \,\text{kg}}{d^2} = \frac{6 \cdot 10^{24} \,\text{kg}}{(384\,400 \cdot 10^3 - d)^2} \rightarrow$$

$$\rightarrow \sqrt{\frac{(384\,400 \cdot 10^3 - d)^2}{d^2}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 10^{24}}{7,35 \cdot 10^{22}}}$$

$$\frac{(384\,400 \cdot 10^3 - d)}{d} = 9 \rightarrow d = 38\,440 \cdot 10^3 \,\text{m}$$