

84

6) Mimas $g = \frac{(6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2) (3,8 \times 10^{19} \text{ kg})}{(196 \times 10^3 \text{ m})^2} = 0,07 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Rea $g = \frac{(6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2) (2,49 \times 10^{21} \text{ kg})}{(765 \times 10^3 \text{ m})^2} = 0,28 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Luna $g = \frac{(6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2) (7,34 \times 10^{22} \text{ kg})}{(1740 \times 10^3 \text{ m})^2} = 1,62 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$g_{\text{Mimas}} < g_{\text{Rea}} < g_{\text{Luna}}$.

Capítulo IX

Actividad 9.1 (página 213)

1) $v = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi (100 \text{ m})}{4,00 \text{ m/s}} = 157 \text{ s}$

vueltas = $\frac{785 \text{ s}}{157 \text{ s}} = 5 \text{ vueltas}$. R/

2) $v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi (5,0 \text{ m})}{15 \text{ s}} = 2,09 \text{ m/s}$. R/

3) $F_c = m \cdot a_c = \frac{m v^2}{r}$

$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi (1,50 \text{ m})}{0,628 \text{ s}} = 15,0 \text{ m/s}$

$F_c = \frac{(0,40 \text{ kg}) (15,0 \text{ m/s})^2}{1,50 \text{ m}} = \boxed{60 \text{ N}}$ R/

4) a) $v = \sqrt{\frac{(6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2) (1,9 \times 10^{27} \text{ kg})}{(6,9 \times 10^7 \text{ m} + 3 \times 10^6 \text{ m})}}$

$v = 4,20 \times 10^4 \text{ m/s}$

b) $T = \frac{2\pi (6,9 \times 10^7 \text{ m} + 3 \times 10^6 \text{ m})}{4,20 \times 10^4 \text{ m/s}} = 1,08 \times 10^4 \text{ s}$

(85)

$$5) \quad v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} \Rightarrow v^2 = \frac{GM}{R+h} \Rightarrow R+h = \frac{GM}{v^2}$$

$$h = \frac{GM}{v^2} - R = \frac{(6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2)(5,98 \times 10^{24} \text{ kg})}{(6,85 \times 10^3 \text{ m/s})^2} - 6,31 \times 10^6 \text{ m}$$

$$h = 2,13 \times 10^6 \text{ m} \quad R/$$

$$6) \quad v = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow r = \frac{vT}{2\pi} = \frac{(5 \text{ m/s})(0,4 \text{ s})}{2\pi} = 0,318 \text{ m} \quad P/$$

$$7) \quad a_c = \frac{v^2}{r} \Rightarrow r = \frac{v^2}{a_c} = \frac{(0,36 \text{ m/s})^2}{1,03 \text{ m/s}^2} = 0,126 \text{ m} \quad P/$$

8) La velocidad satelital varía inversamente con la altura. A mayor altura menor velocidad. El satélite que viaja a 200 km/h se encuentra a mayor altura y el de 500 km/h a menor altura.

$$9) \quad a_c = \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{a_c \cdot r} = \sqrt{(2,5 \text{ m/s}^2)(1,2 \text{ m})}$$

$$v = 1,73 \text{ m/s} \quad R/$$

$$10) \quad \tan \theta = \frac{v^2}{rg} \quad \theta = \tan^{-1} \left[\frac{v^2}{rg} \right]$$

$$\theta = \tan^{-1} \left[\frac{(13 \text{ m/s})^2}{(250 \text{ m})(9,8 \text{ m/s}^2)} \right] = 3,95^\circ \quad R/$$

$$11) \quad v = \sqrt{4erg} = \sqrt{(0,45)(70 \text{ m})(9,8 \text{ m/s}^2)} = 17,6 \text{ m/s}$$

$$P/$$

86

Repaso de conceptos (214)
I Parte

- 1) El MCU, la rapidez tangencial es constante; en el no-uniforme no.
- 2) Fuerza gravitatoria.
- 3) La fricción.
- 4) $F_c = N \sin \theta$
- 5) De la altura, radio del planeta y la masa del planeta.
- 6) Aquel cuyo periodo es equivalente al periodo de rotación de la Tierra.
- 7) Aumenta 4 veces. Es directamente proporcional al cuadrado.
- 8) Inversamente proporcional
- 9) Directamente proporcional
- 10) Va aumentando
- 11) a) La velocidad de C es menor, porque hay una relación inversa entre altura y velocidad.
b) El periodo es mayor, porque hay una relación directa entre periodo y altura.
- 12) $a_c = \frac{v^2}{r}$

(87)

- ✓ a_c varía directamente con el cuadrado de la velocidad tangencial.
- ✓ a_c varía inversamente proporcional con el radio.

II Parte.

1) c

2) d $f = \frac{1}{3600s} = 2,78 \times 10^{-4} \text{ Hz}$.

3) b

4) b Relación inversa entre T y f

5) d

6) a $v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi(5,0m)}{15s} = 2,09 \text{ m/s}$

7) a $T_A = \frac{2\pi r}{v_A} = \frac{2\pi(2,5m)}{5,0m/s} = 3,14 \text{ s}$.

$$T_B = \frac{2\pi r}{v_B} = \frac{2\pi(3m)}{12m/s} = 1,57 \text{ s}$$

8) a

9) b)

10) d) Si $r_1 = 2r_M \Rightarrow v_1 = 2v_M$

11) b)

12) c $\frac{90 \text{ voltas}}{30 \text{ s}} = 3 \text{ Hz}$

13) b A mayor altura menor rapidez orbital

14) b $v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ $v_2 = \sqrt{\frac{GM}{2r}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{GM}{r}}$
 $v_2 = \frac{v_1}{\sqrt{2}}$

15) d Para que aumente a 2V, R debe reducirse 4 veces " $\frac{R}{4}$ "

16) c

17) d $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(5,0 \text{ m/s})^2}{2,0 \text{ m}} = 12,5 \text{ m/s}^2$

18) c $F_c = \frac{mv^2}{r} = \frac{(0,20 \text{ kg})(3,0 \text{ m/s})^2}{0,90 \text{ m}} = 2,0 \text{ N}$

19) a

20) d $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(25 \text{ m/s})^2}{150 \text{ m}} = 4,17 \text{ m/s}^2$

21) c

22) d

23) c

24) b $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(2\pi r f)^2}{r} = \frac{(2\pi \cdot 0,2 \text{ m} \cdot 80 \text{ Hz})^2}{0,2 \text{ m}}$

89

III Parte

1) $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} \Rightarrow h = \frac{GM}{v^2} - R$

$$h = \frac{(6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2)(5,98 \times 10^{24} \text{ kg})}{(3000 \text{ m/s})^2} - 6,37 \times 10^6 \text{ m}$$

$$h = 3,79 \times 10^7 \text{ m R/}$$

2) a) $f = \frac{\text{sveltar}}{2s} = 4 \text{ Hz R/}$

b) $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ s R/}$

c) $v = 2\pi r f = 2\pi(1,2 \text{ m})(4 \text{ Hz}) = 30,2 \text{ m/s R/}$

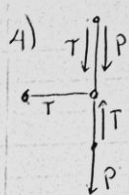
d) $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(30,2 \text{ m/s})^2}{1,2 \text{ m}} = 7,60 \times 10^2 \text{ m/s}^2 \text{ R/}$

e) $F_c = m \cdot a_c = (0,8 \text{ kg})(7,60 \times 10^2 \text{ m/s}^2) = 608 \text{ N R/}$

3) a) $v = \sqrt{4cr \cdot g} = \sqrt{(0,6)(35 \text{ m})(9,8 \text{ m/s}^2)}$

$$v = 14,3 \text{ m/s R/}$$

b) La canasta sale por la línea tangente.



4) Superior $F_c = T + P$
 $T = F_c - P = \frac{mv^2}{r} - mg$

$$T = m\left(\frac{v^2}{r} - g\right) = 0,22 \text{ kg} \left(\frac{(8,8 \text{ m/s})^2}{0,95 \text{ m}} - 9,8\right)$$

$$T = 1,19 \text{ N R/}$$

Media

$$T = F_c = \frac{mv^2}{r} = \frac{(0,22 \text{ kg})(3,5 \text{ m/s})^2}{0,95 \text{ m}}$$

$$T = 3,34 \text{ N R/}$$

Inferior

$$F_c = T - P \Rightarrow T = F_c + P$$

$$T = \frac{mv^2}{r} + mg = m \left(\frac{v^2}{r} + g \right)$$

$$T = (0,22 \text{ kg}) \left[\frac{(3,8 \text{ m/s})^2}{0,95 \text{ m}} + 9,8 \text{ m/s}^2 \right] = 5,50 \text{ N R}$$

$$5) \quad v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} \Rightarrow h = \frac{GM}{v^2} - R$$

$$h = \frac{(6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2)(5,98 \times 10^{24} \text{ kg})}{(200 \text{ m/s})^2} - 6,37 \times 10^6 \text{ m}$$

$$h = 9,97 \times 10^7 \text{ m R/}$$

$$6) \quad v = \sqrt{4e \cdot r \cdot g} = \sqrt{(0,45)(60 \text{ m})(9,8 \text{ m/s}^2)}$$

$$v = 16,3 \text{ m/s R/}$$

$$7) \quad v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \Rightarrow r = \frac{GM}{v^2}$$

$$r = \frac{(6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2)(5,98 \times 10^{24} \text{ kg})}{(3,0 \times 10^3 \text{ m/s})^2}$$

$$r = 4,43 \times 10^7 \text{ m R/}$$

141

8) $F_c = T + P \Rightarrow T = F_c - P$

$T = \frac{mv^2}{r} - mg = m \left(\frac{v^2}{r} - g \right)$

$T = 0,2 \text{ kg} \left[\frac{(4,6 \text{ m/s})^2}{1,1 \text{ m}} - 9,8 \text{ m/s}^2 \right] = 0,53 \text{ N R/}$

9) $v = 2\pi r f \Rightarrow r = \frac{v}{2\pi f} = \frac{4021,2 \text{ m/s}}{2\pi \cdot 800 \text{ Hz}} = 0,80 \text{ m R/}$

$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(4021,2 \text{ m/s})^2}{0,80 \text{ m}} = 2,02 \times 10^7 \text{ m/s}^2 \text{ R/}$

10) $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{(6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2)(5,98 \times 10^{24} \text{ kg})}{(6,3 \times 10^6 \text{ m} + 2 \times 10^6 \text{ m})}}$

$v = 6,90 \times 10^3 \text{ m/s R/}$

11) $v = 2\pi r f \Rightarrow f = \frac{v}{2\pi r} = \frac{10 \text{ m/s}}{2\pi \cdot 25 \text{ m}} = 6,37 \times 10^{-2} \text{ Hz}$

12) $f = 3 \text{ Hz}$
 $v = 2\pi r f = 2\pi(1,50 \text{ m})(3 \text{ Hz}) = 28,3 \text{ m/s R/}$

13) $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(27000 \text{ km/h})^2}{6800 \text{ km}} = 1,07 \times 10^5 \text{ m/s}^2 \text{ R/}$

14) $T = mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{T \cdot r}{m}}$

$v = \sqrt{\frac{50 \text{ N} \cdot 1,5 \text{ m}}{0,5 \text{ kg}}} = 12,2 \text{ m/s R/}$

192

$$15) f = \frac{3 \text{ ueltas}}{60 \text{ s}} = 0,005 \text{ Hz R/}$$

$$T = \frac{1}{0,005} = 20 \text{ s R/}$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(2\pi r f)^2}{r} = \frac{[2\pi(0,35 \text{ m})(0,005 \text{ Hz})]^2}{0,35 \text{ m}}$$
$$a_c = 3,45 \times 10^{-4} \text{ m/s}^2 \text{ R/}$$

$$16) \tan \theta = \frac{v^2}{rg} \Rightarrow v = \sqrt{\tan \theta \cdot r \cdot g}$$

$$v = \sqrt{(\tan 10^\circ)(50 \text{ m})(9,8 \text{ m/s}^2)} = 9,30 \text{ m/s R/}$$

$$17) v = \sqrt{\mu_e r g} \Rightarrow v^2 = \mu_e r g$$

$$\mu_e = \frac{v^2}{r g} = \frac{(12,5 \text{ m/s})^2}{(80 \text{ m})(9,8 \text{ m/s}^2)} = 0,2 \text{ R/}$$

$$18) v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi(1300 \times 10^{-3} \text{ m})}{0,64 \text{ s}} = 12,8 \text{ m/s}$$

$$F_c = \frac{mv^2}{r} = \frac{(350 \times 10^{-3} \text{ kg})(12,8 \text{ m/s})^2}{1300 \times 10^{-3} \text{ m}} = 44,1 \text{ N R/}$$

$$19) 10 \text{ horas} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 3,60 \times 10^4 \text{ s}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{3,60 \times 10^4 \text{ s}} = 2,78 \times 10^{-5} \text{ Hz R/}$$

$$20) a) f = \frac{3 \text{ ueltas}}{60 \text{ s}} = 0,005 \text{ Hz}$$

193

$$v = 2\pi r f = 2\pi \cdot 20\text{m} \cdot 0,005\text{Hz} = 0,628\text{ m/s R/}$$

$$b) a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(0,628\text{ m/s})^2}{20\text{m}} = 1,97 \times 10^{-2}\text{ m/s}^2 \text{ R/}$$

$$c) F_c = m a_c = (58\text{kg})(1,97 \times 10^{-2}\text{ m/s}^2) = 1,14\text{ N R/}$$

Trabajo extraclase

I Parte

- 1) Período 2) Frecuencia 3) centrípeta
- 4) Geostacionario 5) velocidad tangencial y radio.

II Parte

(6) (7) (12) (3) (11) (1) (8) (10) (5) (2)
 corresponde a la numeración vertical

III Parte

1) Si experimenta una aceleración centrípeta, debido al cambio en la dirección de la velocidad tangencial.

2) $a_c = \frac{v^2}{r}$, la aceleración centrípeta varía en forma inversamente proporcional con el radio $\Rightarrow a_c \text{ en } P_1 > a_c \text{ en } P_2$

IV Parte

$$1) \quad \checkmark \quad v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi(1,5\text{m})}{(0,5\text{s})} = 18,85\text{ m/s}$$

$$\checkmark \quad a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(18,85\text{ m/s})^2}{1,5\text{m}} = 237\text{ m/s}^2$$

$$\checkmark \quad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,5\text{s}} = 2\text{ Hz}$$

2) A) $v = 2\pi r f$ $f = \frac{1800 \text{ vueltas}}{60 \text{ s}} = 30 \text{ Hz}$
 $v = 2\pi (0,375 \text{ m}) (30 \text{ Hz}) = 70,68 \text{ m/s R/}$
 B) $1800 \rightarrow 60 \text{ s}$ $x = 450 \text{ vueltas R/}$
 $x \rightarrow 15 \text{ s}$

3) $f = \frac{33 \text{ rev}}{60 \text{ s}} = 0,55 \text{ Hz R/}$

4) $f = \frac{1800 \text{ vueltas}}{60 \text{ s}} = 30 \text{ Hz}$
 $v_1 = 2\pi r f = 2\pi \cdot (0,75 \text{ m}) (30 \text{ Hz}) = 141,37 \text{ m/s}$
 $v_2 = 2\pi r f = 2\pi (1,25 \text{ m}) (30 \text{ Hz}) = 235,5 \text{ m/s}$
 $v_2 > v_1$

a) $v = \frac{d}{t} = \frac{200 \text{ m}}{25 \text{ s}} = 8 \text{ m/s R/}$
 b) $F = m a_c = \frac{m v^2}{r} = \frac{(1,5 \text{ kg}) (8 \text{ m/s})^2}{31,8 \text{ m}} = 3,01 \text{ N R/}$
 $2\pi r = C \Rightarrow r = \frac{C}{2\pi} = \frac{200 \text{ m}}{2\pi} = 31,8 \text{ m}$

1) a) $v = \sqrt{\frac{6M}{R+h}} = \sqrt{\frac{6M}{2R}} = \sqrt{\frac{(6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2) (5,98 \times 10^{24} \text{ kg})}{(2 \cdot 6,37 \times 10^6 \text{ m})}}$
 $v = 5595 \text{ m/s R/}$
 b) $T = \frac{2\pi(R+h)}{v} = \frac{2\pi(2 \cdot 6,37 \times 10^6 \text{ m})}{5595 \text{ m/s}} = 14307 \text{ s R/}$

$$) F_c = T + P \Rightarrow T = F_c - P$$

$$P = (0,4 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) = 3,92 \text{ N}$$

$$F_c = \frac{m v^2}{r} = \frac{(0,4 \text{ kg}) (4 \text{ m/s})^2}{0,5 \text{ m}} = 12,8 \text{ N}$$

$$T = 12,8 \text{ N} - 3,92 \text{ N} = 8,88 \text{ N R/}$$

$$.) v = \sqrt{\frac{2GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (6,67 \times 10^{-4} \text{ N m}^2/\text{kg}^2) (5,98 \times 10^{24} \text{ kg})}{(6,37 \times 10^6 \text{ m} + 1,5 \times 10^6 \text{ m})}}$$

$$v = 1,01 \times 10^4 \text{ m/s}$$

$$) v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{(6,67 \times 10^{-4} \text{ N m}^2/\text{kg}^2) (5,98 \times 10^{24} \text{ kg})}{6,37 \times 10^6 \text{ m} + 3 \times 10^6 \text{ m}}}$$

$$v = 6524,4 \text{ m/s} \quad \frac{v}{2} = 3262,2 \text{ m/s}$$

$$h = \frac{GM}{v^2} - R = \frac{(6,67 \times 10^{-4} \text{ N m}^2/\text{kg}^2) (5,98 \times 10^{24} \text{ kg})}{(3262,2 \text{ m/s})^2} - 6,37 \times 10^6 \text{ m}$$

$$h = 3,11 \times 10^7 \text{ m R/}$$

Léase: ¿ A qué altura debe colocarse para que la velocidad sea la mitad de la original. Indique la magnitud de dicha velocidad.