

14.1 a)  $2^{2x} = 16 \Leftrightarrow 2^{2x} = 2^4 \Leftrightarrow 2x = 4 \Leftrightarrow x = 2$   
 b)  $4^{x-1} = 16 \Leftrightarrow 4^{x-1} = 4^2 \Leftrightarrow x-1 = 2 \Leftrightarrow x = 3$   
 c)  $\sqrt[3]{2^x} = -9$  ei ratka.

14.3 a)  $4^x = 20 \Leftrightarrow x = \log_4 20 \approx 2,16$   
 b)  $5^x = 2 \Leftrightarrow x = \log_5 2 \approx 0,43$   
 c)  $6^x = 30 \Leftrightarrow x = \log_6 30 \approx 1,90$

14.5 a)  $3^{11x} = 2187 \Leftrightarrow 11x = \log_3 2187 = 7 \Leftrightarrow x = \frac{7}{11} \approx 0,64$   
 b)  $4 \cdot 15^x - 28 = 0 \Leftrightarrow 15^x = 7 \Leftrightarrow x = \log_{15} 7 \approx 0,72$

14.6  $5^{2x} = 8$   
 $x = \log_5 8$   
 $x \approx 1,29$   
 KORJAUS:  
 $2x = \log_5 8$   
 $x = \frac{\log_5 8}{2} \approx 0,65$

14.8 a)  $2 \cdot 4^{x^2} = 16 \Leftrightarrow 4^{x^2} = 8 \Leftrightarrow (2^2)^{x^2} = 2^3$   
 $\Leftrightarrow 2^{2x^2} = 2^3 \Leftrightarrow 2x^2 = 3 \Leftrightarrow x^2 = \frac{3}{2} \Leftrightarrow x = \pm \sqrt{\frac{3}{2}} \approx \pm 1,22$   
 b)  $7x^2 - 3x + 49 = 0 \Leftrightarrow \frac{7x^2 - 3x}{7} = -49$  ei ratka.

14.16 a)  $48 - 3^{2x} = 5 \Leftrightarrow 43 = 3^{2x} \Leftrightarrow 2x = \log_3 43$   
 $\Leftrightarrow x = \frac{\log_3 43}{2} \approx 1,71$   
 b)  $\frac{81}{6^x} = 3 \cdot \frac{6^x}{3} \Leftrightarrow 6^x = \frac{81}{3} = 27 \Leftrightarrow x = \log_6 27 \approx 1,84$

14.17 a)  $4^x \leq 65536$   $\lg, \lg x$  aidosti kasvava  $\rightarrow$  jorjitys saillys  
 $\Leftrightarrow \lg 4^x \leq \lg 65536$   
 $\Leftrightarrow x \lg 4 \leq \lg 65536 \quad | : \lg 4 > 0 \Leftrightarrow x \leq \frac{\lg 65536}{\lg 4} \Leftrightarrow x \leq 8$   
 TAI:  $4^x \leq 65536 \Leftrightarrow 4^x \leq 4^8 \Leftrightarrow x \leq 8$   
 $4 > 1 \Rightarrow 4^x$  aidosti kasvava  
 b)  $16 \cdot 0,5^x > 2 \quad | : 16 > 0 \Leftrightarrow 0,5^x > \frac{1}{8}$   
 $\Leftrightarrow (\frac{1}{2})^x > (\frac{1}{2})^3 \Leftrightarrow x < 3, \quad 0 < \frac{1}{2} < 1 \Rightarrow (\frac{1}{2})^x$  aidosti vähenevä

15.1 myt: 24g  
 1h:in kuluttua:  $1,9 \cdot 24g$   
 2 - 11 - :  $1,9^2 \cdot 24g$   
 a) t - 11 - :  $f(t) = 1,9^t \cdot 24g$   
 b) 3h:in - 11 - :  $f(3) = 164,616g \approx 160g$   
 45min - 11 - :  $f(\frac{3}{4}) = 38,840g \approx 39g$   
 c) 1,5h mittan :  $f(-1,5) = 9,1639g \approx 9,2g$   
 25min - 11 - :  $f(-\frac{25}{60}) = 18,368g \approx 18g$

15.3 jimmalla: 70.000 (lx)  
 a) x min:n syntyessä:  $f(x) = 0,28^x \cdot 70.000$  lx  
 b) 2 - 11 - :  $f(2) = 5488$  lx = 5500 lx  
 c)  $f(x) = 0,28^x \cdot 70.000 = 100 \quad | : 70.000$   
 $\Leftrightarrow 0,28^x = \frac{1}{700} \Leftrightarrow x = \log_{0,28} \frac{1}{700} \approx 5,1463 \approx 5,1$  (m)

15.5 n. 2010 logussa: 23  
 n. 2011 - 11 - :  $x \cdot 23$   
 n. 2012 - 11 - :  $x^2 \cdot 23$   
 a) n. 2018 - 11 - :  $x^8 \cdot 23 = 2404 \quad | : 23$   
 $\Leftrightarrow x^8 = \frac{2404}{23} \quad | \sqrt[8]{\quad} \Leftrightarrow x = \sqrt[8]{\frac{2404}{23}} \approx 1,78814$   
 $\Rightarrow$  kasvua muodossa:  $x - 1 = 0,78814 \approx 78,8\%$   
 b) n. 2025 logussa:  $x^{15} \cdot 23 = 1,78814^{15} \cdot 23 \approx 140521 \approx 140000$   
 c)  $x^n \cdot 23 > 10^6 \quad | : 23 > 0 \Leftrightarrow x^n > \frac{10^6}{23}$   $\lg, \lg x$  aidosti kasvava jorjitys saillys  
 $\Leftrightarrow n \lg x > \lg \frac{10^6}{23} \quad | : \lg x > 0 \Leftrightarrow x > 19,38$   
 $\Rightarrow$  n. 2010 + 9 = 2029

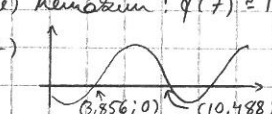
15.8 a) 2    b) 4    c) 3    d) 1  
 15.13 alussa: a  
 1 reiton jälkeen:  $x a$   
 2 - 1 - :  $x^2 a$   
 3 - 1 - :  $x^3 a = \frac{1}{2} a \quad | : a \Leftrightarrow x^3 = \frac{1}{2} \quad | \sqrt[3]{\quad}$   
 $\Leftrightarrow x = \sqrt[3]{\frac{1}{2}} (\approx 0,793701)$   
 t reiton jälkeen:  $x^t a < 0,05 a \quad | : a > 0$   
 $\Leftrightarrow x^t < 0,05 \quad (\lg, \lg x$  aidosti kasvava  $\rightarrow$  jorjitys saillys  
 $\Leftrightarrow t \lg x < \lg 0,05 \Leftrightarrow t \lg x < \lg 0,05 \quad | : \lg x < 0$   
 $\Leftrightarrow t > \frac{\lg 0,05}{\lg \sqrt[3]{\frac{1}{2}}} \approx 12,9658 \Rightarrow 13$  reiton kuluttua

15.19 alussa: a  
 1.0 mm:n jälkeen:  $x a$   
 2.0 - 1 - :  $x^2 a$   
 a) 0,3 - 1 - :  $x^{0,3} a = \frac{1}{2} a \quad | : a \Leftrightarrow x^{0,3} = \frac{1}{2} \quad | (\quad)^{\frac{1}{0,3}}$   
 $\Leftrightarrow (x^{0,3})^{\frac{1}{0,3}} = x^1 = x = (\frac{1}{2})^{\frac{1}{0,3}} \approx 0,99213$  (jäljellä)  
 $\rightarrow$  pysähtymä:  $1 - x \approx 0,990707 \approx 90\%$   
 b) t mm:n jälkeen:  $x^t a = 0,01 a \Leftrightarrow x^t = 0,01$   
 $\Leftrightarrow t = \log_x 0,01 \approx 1,99316 \approx 2,0$  (mm)

16.3 a)  $f(x) = 3,7212x + 47,2545$   
 $g(x) = 48,8967 \cdot 1,0583^x$   
 b) n. 2025:  $f(15) = 103,0727 \Rightarrow 103$  milj.  
 $g(15) = 114,338 \Rightarrow 114$  milj.  
 n. 2030:  $f(20) = 121,6788 \Rightarrow 122$  milj.  
 $g(20) = 151,7612 \Rightarrow 152$  milj.

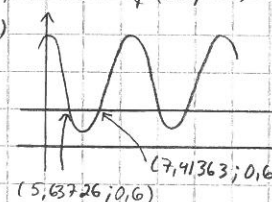
16.4 kuu helmi touko elo loka joulu

x	2	5	8	10	12
t(°C)	-9,3	7,4	13,4	2,8	-7,3

a)  $f(x) = 12,1403 \sin(0,5332x - 2,2529) + 2,3764$   
 b) heinäkuu:  $f(7) = 14,4657 \approx 14$  (°C)  
 c)  tammii-, helmi-, maaliv-  
marras- ja joulukuun

16.6 a)  $y = 424,0229 + 23,951,381 x$  (milj. tyynyriä)  
 b) n. 2020:  $y(30) = 36,672,0667 \approx 36,700$  (milj. tyynyriä)  
 c)  $y = 50.000 \Rightarrow x \approx 61,432 \Rightarrow$  n. 1990 + 62 = 2052

16.8  $y = 30,9777 \cdot 1,7508^x$ , x: vuosi - 2010  
 a) n. 2025:  $y(15) = 137,951,1063 \approx 138.000$  (eura)  
 b) n. 2035:  $y(25) = 37,340,095,9 \approx 37 \cdot 10^6$   
 (ei saa jättää paikkaansa)

16.13 a)  $f(x) = 1,0467 \sin(0,5006x + 1,4454) + 1,5449$   
 b) 23.15:  $f(23,25) = 2,0642 \approx 2,1$  (m)  
 c)   
 $7,41363 - 5,63726 = 1,77637$  (h)  
 $0,77637 \cdot 60 \approx 46,5822$  (min)  
 $\Rightarrow 1$  h 47 min