

## 9.1

a)  $x^6 = 729$

Yhtälön ratkaisut ovat luvun 729 kuudes juuri ja sen vastaluku.

$$\begin{array}{ll} x = \sqrt[6]{729} & \text{tai} \quad x = -\sqrt[6]{729} \\ = 3 & = -3 \end{array}$$

Laskimella  $729^{\frac{1}{6}} = 3$ .

b)  $x^3 = -343$

Yhtälön ratkaisu on luvun  $-343$  kolmas juuri.

$$\begin{array}{l} x = \sqrt[3]{-343} \\ = -7 \end{array}$$

Laskimella  $(-343)^{\frac{1}{3}} = -7$ .

c)  $x^8 = -512$

Yhtälöllä ei ole ratkaisuja, koska minkään luvun kahdeksas potenssi ei ole negatiivinen luku.

### Vastaus

a)  $x = -3$  tai  $x = 3$

b)  $x = -7$

c) ei ratkaisuja

## 9.2

a)  $x^5 = 32$

$$x = \sqrt[5]{32} \\ = 2$$

Yhtälön ratkaisu on luvun 32 viides juuri.

Laskimella  $32^{\frac{1}{5}} = 2$ .

b)  $x^8 = 6561$

$$x = \sqrt[8]{6561} \quad \text{tai} \quad x = -\sqrt[8]{6561} \\ = 3 \quad \quad \quad = -3$$

Yhtälön ratkaisut ovat luvun 6561 kahdeksas juuri ja sen vastaluku.

Laskimella  $6561^{\frac{1}{8}} = 3$ .

c)  $x^4 = 625$

$$x = \sqrt[4]{625} \quad \text{tai} \quad x = -\sqrt[4]{625} \\ = 5 \quad \quad \quad = -5$$

Yhtälön ratkaisut ovat luvun 625 neljäs juuri ja sen vastaluku.

Laskimella  $625^{\frac{1}{4}} = 5$ .

### Vastaus

a)  $x = 2$

b)  $x = -3$  tai  $x = 3$

c)  $x = -5$  tai  $x = 5$

## 9.3

a)  $x^4 = 5$

$$\begin{array}{ll} x = \sqrt[4]{5} & \text{tai} \quad x = -\sqrt[4]{5} \\ \approx 1,50 & \approx -1,50 \end{array}$$

Yhtälön ratkaisut ovat luvun 5 neljäs juuri ja sen vastaluku.

Laskimella  $5^{\frac{1}{4}} \approx 1,50$ .

b)  $3x^5 = 63 \quad |:3$

$$x^5 = 21$$

$$\begin{array}{l} x = \sqrt[5]{21} \\ \approx 1,84 \end{array}$$

Muokataan yhtälön vasemmalle puolelle pelkkä potenssilauseke.

Yhtälön ratkaisu on luvun 21 viides juuri.

Laskimella  $21^{\frac{1}{5}} \approx 1,84$ .

c)

$$16x^{10} - 500 = 0 \quad | +500$$

$$16x^{10} = 500 \quad |:16$$

$$x^{10} = 31,25$$

Muokataan yhtälön vasemmalle puolelle pelkkä potenssilauseke.

Yhtälön ratkaisut ovat luvun 31,25 kymmenes juuri ja sen vastaluku.

$$\begin{array}{ll} x = \sqrt[10]{31,25} & \text{tai} \quad x = -\sqrt[10]{31,25} \\ \approx 1,41 & \approx -1,41 \end{array}$$

Laskimella  $31,25^{\frac{1}{10}} \approx 1,41$ .

### Vastaus

a)  $x \approx -1,50$  tai  $x \approx 1,50$

b)  $x \approx 1,84$

c)  $x \approx -1,41$  tai  $x \approx 1,41$

## 9.4

a)  $x^5 = 700$

$$x = \sqrt[5]{700} \\ \approx 3,71$$

b)  $4x^4 = 24 \quad |:4$

$$x^4 = 6$$

$$x = \sqrt[4]{6} \quad \text{tai} \quad x = -\sqrt[4]{6} \\ \approx 1,57 \qquad \qquad \approx -1,57$$

c)  $20x^6 - 50 = 70 \quad |+50$

$$20x^6 = 120 \quad |:20$$

$$x^6 = 6$$

$$x = \sqrt[6]{6} \quad \text{tai} \quad x = -\sqrt[6]{6} \\ \approx 1,35 \qquad \qquad \approx -1,35$$

Yhtälön ratkaisu on luvun 700 viides juuri.

$$\text{Laskimella } 700^{\frac{1}{5}} \approx 3,71.$$

Muokataan yhtälön vasemmalle puolelle pelkkä potenssilauseke. Yhtälön ratkaisut ovat luvun 6 neljäs juuri ja sen vastaluku.

$$\text{Laskimella } 6^{\frac{1}{4}} \approx 1,57.$$

Muokataan yhtälön vasemmalle puolelle pelkkä potenssilauseke.

Yhtälön ratkaisut ovat luvun 6 kuudes juuri ja sen vastaluku.

$$\text{Laskimella } 6^{\frac{1}{6}} \approx 1,35.$$

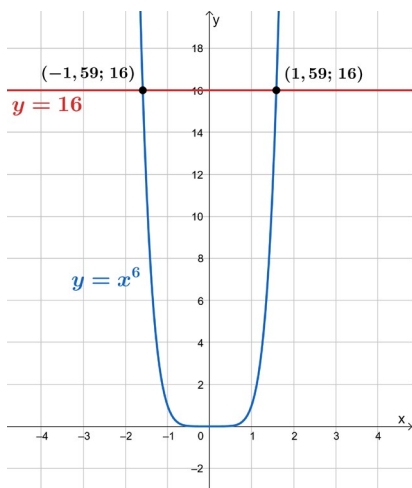
### Vastaus

a)  $x \approx 3,71$

b)  $x \approx -1,57$  tai  $x \approx 1,57$

c)  $x \approx -1,35$  tai  $x \approx 1,35$

## 9.5



a) Piirretään funktion  $f(x) = x^6$  kuvaaja.

Yhtälön  $x^6 = 16$  ratkaisut ovat ne muuttujan  $x$  arvot, joilla funktion  $f$  arvo on 16. Etsitään kuvaajalta ne pisteet, joiden  $y$ -koordinaatti on 16.

Piirretään suora  $y = 16$ .

Määritetään funktion  $f$  kuvaajan ja suoran leikkauspisteet.

Leikkauspisteiden  $x$ -koordinaatit kahden desimaalin tarkkuudella ovat  $-1,59$  ja  $1,59$ .

Siis  $x^6 = 16$ , kun  $x \approx -1,59$  tai  $x \approx 1,59$ .

b) Luvun 16 kuudes juuri on yhtälön  $x^6 = 16$  positiivinen ratkaisu.

a-kohdan perusteella  $\sqrt[6]{16} \approx 1,59$ .

### Vastaus

a)  $x \approx -1,59$  tai  $x \approx 1,59$

b)  $\sqrt[6]{16} \approx 1,59$

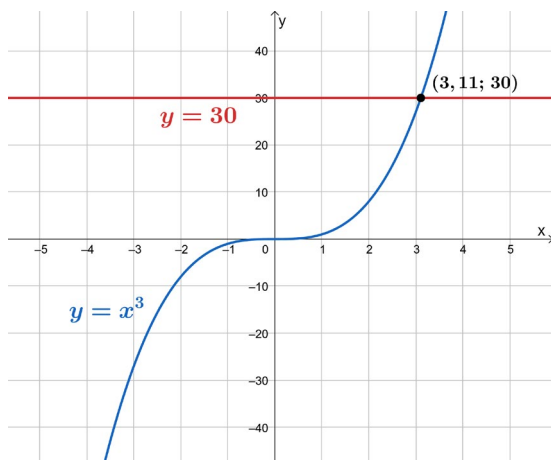
## 9.6

a) Piirretään funktion  $f(x) = x^3$  kuvaaja.

Yhtälön  $x^3 = 30$  ratkaisut ovat ne muuttujan  $x$  arvot, joilla funktion  $f$  arvo on 30. Etsitään kuvaajalta ne pisteet, joiden  $y$ -koordinaatti on 30.

Piirretään suora  $y = 30$ .

Määritetään funktion  $f$  kuvaajan ja suoran leikkauspiste.



Leikkauspisteen  $x$ -koordinaatti kahden desimaalin tarkkuudella on 3,11.

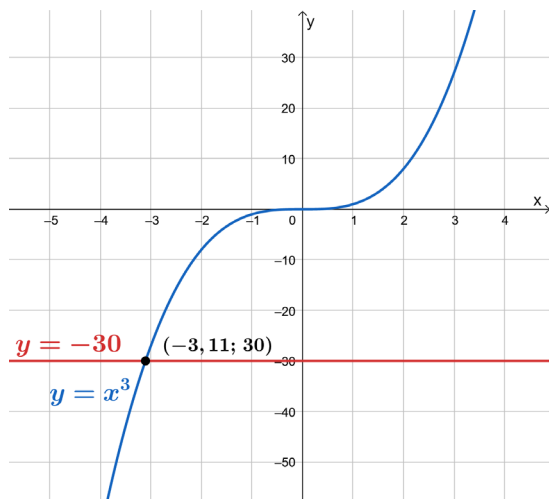
Siis  $x^3 = 30$ , kun  $x \approx 3,11$ .

b) Luvun  $-30$  kuutiojuuri on yhtälön  $x^3 = -30$  ratkaisu.

Yhtälön  $x^3 = -30$  ratkaisut ovat ne muuttujan  $x$  arvot, joilla funktion  $f$  arvo on  $-30$ . Etsitään kuvaajalta ne pisteet, joiden  $y$ -koordinaatti on  $-30$ .

Piirretään suora  $y = -30$ .

Määritetään funktion  $f$  kuvaajan ja suoran leikkauspiste.



Leikkauspisteen  $x$ -koordinaatti kahden desimaalin tarkkuudella on  $-3,11$ .

Siis  $x^3 = -30$ , kun  $x \approx -3,11$ .

Näin ollen  $\sqrt[3]{-30} \approx -3,11$ .

### Vastaus

a)  $x \approx 3,11$

b)  $\sqrt[3]{-30} \approx -3,11$

## 9.7

- a) Merkitään ja lasketaan luvun 2187 seitsemäs juuri.

$$\sqrt[7]{2187} = 3$$

Laskimella  $2187^{\frac{1}{7}}$ .

- b) Merkitään ja lasketaan luvun 4096 kuudes juuri.

$$\sqrt[6]{4096} = 4$$

Laskimella  $4096^{\frac{1}{6}}$ .

- c) Merkitään ja lasketaan luvun  $-2744$  kuutiojuuri eli kolmas juuri.

$$\sqrt[3]{-2744} = -14$$

Laskimella  $(-2744)^{\frac{1}{3}}$ .

### Vastaus

a)  $\sqrt[7]{2187} = 3$

b)  $\sqrt[6]{4096} = 4$

c)  $\sqrt[3]{-2744} = -14$

## 9.8

- a) Merkitään ja lasketaan luvun  $-35$  seitsemäs juuri.

$$\sqrt[7]{-35} = -1,6618... \approx -1,662 \quad \text{Laskimella } (-35)^{\frac{1}{7}}.$$

- b) Merkitään ja lasketaan luvun  $34$  kuudes juuri.

$$\sqrt[6]{34} = 1,7998... \approx 1,800 \quad \text{Laskimella } 34^{\frac{1}{6}}.$$

- c) Merkitään ja lasketaan luvun  $5$  viides juuri.

$$\sqrt[5]{5} = 1,3797... \approx 1,380 \quad \text{Laskimella } 5^{\frac{1}{5}}.$$

- d) Luvun  $-625$  neljäs juuri merkitään  $\sqrt[4]{-625}$ . Juurta ei ole määritelty.

### Vastaus

- a)  $\sqrt[7]{-35} \approx -1,662$   
b)  $\sqrt[6]{34} \approx 1,800$   
c)  $\sqrt[5]{5} \approx 1,380$   
d)  $\sqrt[4]{-625}$ , ei ole määritelty

## 9.9

- a) Yhtälön  $x^8 = 5$  muuttujan  $x$  eksponentti on parillinen ja yhtälön oikealla puolella oleva luku ei ole negatiivinen. Yhtälöllä on kaksi ratkaisua.
- b) Yhtälön  $x^{11} = -4$  muuttujan  $x$  eksponentti on pariton. Yhtälöllä on yksi ratkaisu.
- c) Yhtälön  $x^6 = -15$  muuttujan  $x$  eksponentti on parillinen ja yhtälön oikealla puolella oleva luku on negatiivinen. Yhtälöllä ei ole yhtään ratkaisua.

### Vastaus

- a) 2
- b) 1
- c) 0

## 9.10

- a) Applettia tutkimalla nähdään, että  $x^4 = 8$ , kun  $x \approx -1,7$  tai  $x \approx 1,7$ .

Ratkaistaan yhtälön ratkaisun tarkat arvot laskemalla.

$$x^4 = 8$$

Yhtälön ratkaisut ovat luvun 8 neljäs juuri ja sen vastaluku.

$$x = \sqrt[4]{8} \quad \text{tai} \quad x = -\sqrt[4]{8}$$

- b) Yhtälön voi sieventää muotoon

$$x^4 + 6 = 0 \quad | -6$$

$$x^4 = -6$$

Applettia tutkimalla nähdään, että yhtälöllä  $x^4 + 6 = 0$  ei ole ratkaisuja.

- c) Applettia tutkimalla nähdään, että  $x^3 = 6$ , kun  $x \approx 1,8$ .

Ratkaistaan yhtälön ratkaisun tarkat arvot laskemalla.

$$x^3 = 6$$

Yhtälön ratkaisu on luvun 6 kolmas juuri.

$$x = \sqrt[3]{6}$$

- d) Applettia tutkimalla nähdään, että  $5x^3 = -15$ , kun  $x \approx -1,4$ .

Ratkaistaan yhtälön ratkaisun tarkat arvot laskemalla.

$$5x^3 = -15 \quad |:5$$

$$x^3 = -3$$

$$x = \sqrt[3]{-3}$$

Muokataan yhtälön vasemmalle puolelle pelkkä potenssilauseke.

Yhtälön ratkaisu on luvun

$-3$  kolmas juuri.

### Vastaus

**a)** appletilla:  $x \approx -1,7$  tai  $x \approx 1,7$

tarkat arvot:  $x = \sqrt[4]{8}$  tai  $x = -\sqrt[4]{8}$

**b)** ei ratkaisuja

**c)** appletilla:  $x \approx 1,8$

tarkka arvo:  $x = \sqrt[3]{6}$

**d)** appletilla:  $x \approx -1,4$

tarkka arvo:  $x = \sqrt[3]{-3}$

## 9.11

a)  $x^4 = 256$

Yhtälön ratkaisut ovat luvun 256 neljäs juuri ja sen vastaluku.

$$\begin{array}{ll} x = \sqrt[4]{256} & \text{tai} \quad x = -\sqrt[4]{256} \\ = 4 & = -4 \end{array} \quad \text{Laskimella } 256^{\frac{1}{4}} = 4.$$

b)  $x^3 = -125$

Yhtälön ratkaisu on luvun  $-125$  kolmas juuri.

$$\begin{array}{l} x = \sqrt[3]{-125} \\ = -5 \end{array} \quad \text{Laskimella } (-125)^{\frac{1}{3}} = -5.$$

c)  $x^4 = -81$

Yhtälöllä ei ole ratkaisuja, koska minkään luvun neljäs potenssi ei ole negatiivinen luku.

### Vastaus

a)  $x = -4$  tai  $x = 4$

b)  $x = -5$

c) ei ratkaisuja

## 9.12

a)  $7x^4 = 56 \quad |:7$

$$x^4 = 8$$

$$x = \sqrt[4]{8} \quad \text{tai} \quad x = -\sqrt[4]{8}$$
$$\approx 1,68 \quad \approx -1,68$$

b)  $x^7 - 28 = 0 \quad | +28$

$$x^7 = 28$$

$$x = \sqrt[7]{28}$$
$$\approx 1,61$$

c)

$$3x^8 - 21 = 0 \quad | +21$$

$$3x^8 = 21 \quad |:3$$

$$x^8 = 7$$

$$x = \sqrt[8]{7} \quad \text{tai} \quad x = -\sqrt[8]{7}$$
$$\approx 1,28 \quad \approx -1,28$$

### Vastaus

a)  $x \approx -1,68$  tai  $x \approx 1,68$

b)  $x \approx 1,61$

c)  $x \approx -1,28$  tai  $x \approx 1,28$

Muokataan yhtälön vasemmalle puolelle pelkkä potenssilauseke. Yhtälön ratkaisut ovat luvun 8 neljäs juuri ja sen vastaluku.

Laskimella  $8^{\frac{1}{4}} \approx 1,68$ .

Muokataan yhtälön vasemmalle puolelle pelkkä potenssilauseke. Yhtälön ratkaisu on luvun 28 seitsemäs juuri.

Laskimella  $28^{\frac{1}{7}} \approx 1,61$ .

Muokataan yhtälön vasemmalle puolelle pelkkä potenssilauseke.

Yhtälön ratkaisut ovat luvun 7 kahdeksas juuri ja sen vastaluku.

Laskimella  $7^{\frac{1}{8}} \approx 1,28$ .

## 9.13

a)  $16x^4 = 32 \quad |:16$

$$x^4 = 2$$

$$x = \sqrt[4]{2} \quad \text{tai} \quad x = -\sqrt[4]{2}$$
$$\approx 1,19 \quad \approx -1,19$$

b)  $6x^5 + 42 = 0 \quad |-42$

$$6x^5 = -42 \quad |:6$$

$$x^5 = -7$$

$$x = \sqrt[5]{-7}$$
$$\approx -1,48$$

c)  $10x^3 + 170 = 0 \quad |-170$

$$10x^3 = -170 \quad |:10$$

$$x^3 = -17$$

$$x = \sqrt[3]{-17}$$
$$\approx -2,57$$

### Vastaus

a)  $x \approx -1,19$  tai  $x \approx 1,19$

b)  $x \approx -1,48$

c)  $x \approx -2,57$

Muokataan yhtälön vasemmalle puolelle pelkkä potenssilauseke. Yhtälön ratkaisut ovat luvun 2 neljäs juuri ja sen vastaluku.

Laskimella  $2^{\frac{1}{4}} \approx 1,19$ .

Muokataan yhtälön vasemmalle puolelle pelkkä potenssilauseke. Yhtälön ratkaisu on luvun  $-7$  viides juuri.

Laskimella  $(-7)^{\frac{1}{5}} \approx -1,48$ .

Muokataan yhtälön vasemmalle puolelle pelkkä potenssilauseke. Yhtälön ratkaisu on luvun  $-17$  kolmas juuri.

Laskimella  $(-17)^{\frac{1}{3}} \approx -2,57$ .

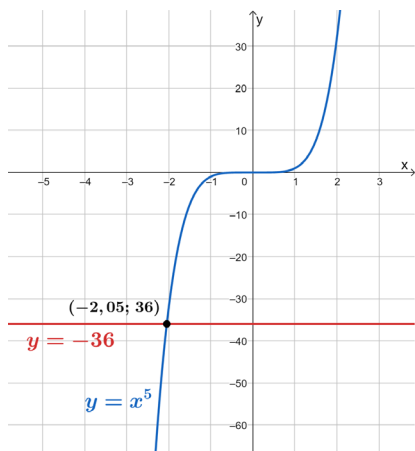
## 9.14

a) Piirretään funktion  $f(x) = x^5$  kuvaaja.

Yhtälön  $x^5 = -36$  ratkaisut ovat ne muuttujan  $x$  arvot, joilla funktion  $f$  arvo on  $-36$ . Etsitään kuvaajalta ne pisteet, joiden  $y$ -koordinaatti on  $-36$ .

Piirretään suora  $y = -36$ .

Määritetään funktion  $f$  kuvaajan ja suoran leikkauspiste.



Leikkauspisteen  $x$ -koordinaatti kahden desimaalin tarkkuudella on  $-2,05$ .

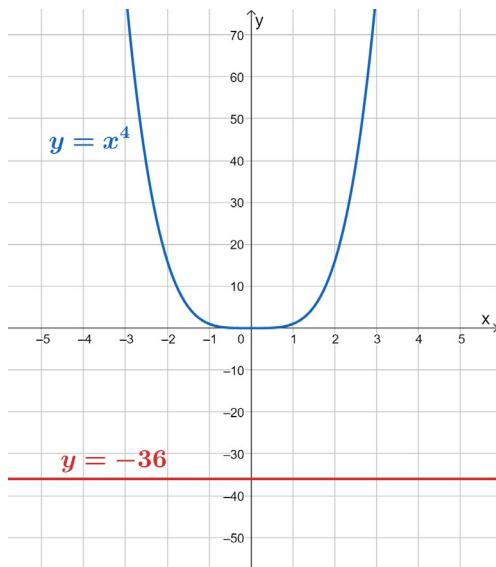
Siis  $x^5 = -36$ , kun  $x \approx -2,05$ .

b) Piirretään funktion  $g(x) = x^4$  kuvaaja.

Yhtälön  $x^4 = -36$  ratkaisut ovat ne muuttujan  $x$  arvot, joilla funktion  $g$  arvo on  $-36$ . Etsitään kuvaajalta ne pisteet, joiden  $y$ -koordinaatti on  $-36$ .

Piirretään suora  $y = -36$ .

Määritetään funktion  $g$  kuvaajan ja suoran leikkauspisteet.



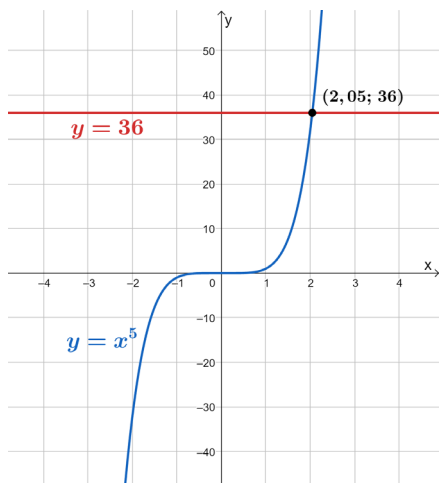
Leikkauspisteitä ei ole. Yhtälöllä  $x^4 = -36$  ei siis ole ratkaisuja.

c) Luvun 36 viides juuri on yhtälön  $x^5 = 36$  ratkaisu.

Yhtälön  $x^5 = 36$  ratkaisut ovat ne muuttujan  $x$  arvot, joilla funktion  $f$  arvo on 36. Etsitään kuvaajalta ne pisteet, joiden  $y$ -koordinaatti on 36.

Piirretään suora  $y = 36$ .

Määritetään funktion  $f$  kuvaajan ja suoran leikkauspiste.



Leikkauspisteen  $x$ -koordinaatti kahden desimaalin tarkkuudella on 2,05.

Siis  $x^5 = 36$ , kun  $x \approx 2,05$ .

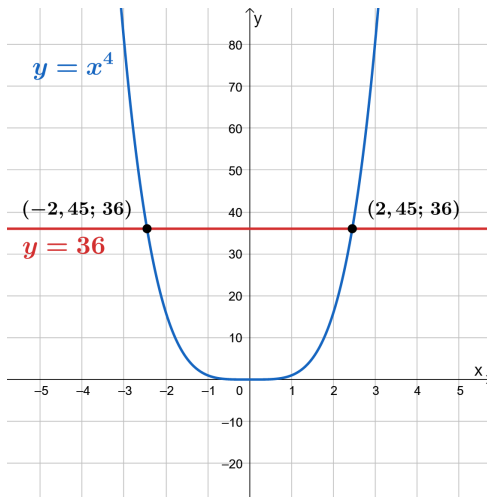
Näin ollen  $\sqrt[5]{36} \approx 2,05$ .

**d)** Luvun 36 neljäs juuri on yhtälön  $x^4 = 36$  positiivinen ratkaisu.

Yhtälön  $x^4 = 36$  ratkaisut ovat ne muuttujan  $x$  arvot, joilla funktion  $g$  arvo on 36. Etsitään kuvaajalta ne pisteet, joiden  $y$ -koordinaatti on 36.

Piirretään suora  $y = 36$ .

Määritetään funktion  $g$  kuvaajan ja suoran leikkauspiste.



Leikkauspisteiden  $x$ -koordinaatit kahden desimaalin tarkkuudella ovat  $-2,45$  ja  $2,45$ .

Siis  $x^4 = 36$ , kun  $x \approx -2,45$  tai  $x \approx 2,45$ .

Näin ollen  $\sqrt[4]{36} \approx 2,45$ .

### Vastaus

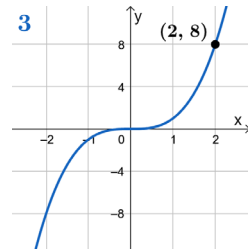
- a)  $x \approx -2,05$
- b) ei ratkaisuja
- c)  $\sqrt[5]{36} \approx 2,05$
- d)  $\sqrt[4]{36} \approx 2,45$

## 9.15

Funktion  $f(x) = x^3$  arvot voivat olla positiivisia tai negatiivisia. Kuvaaja on siis joko kuvaaja numero 3 tai 4. Lasketaan funktion arvo kohdassa  $x = 2$ .

$$f(2) = 2^3 = 8$$

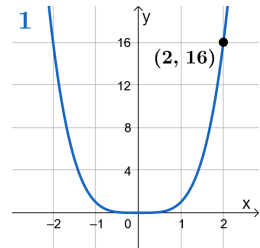
Funktion  $f(x) = x^3$  kuvaaja kulkee siis pisteen  $(2, 8)$  kautta. Oikea kuvaaja on 3.



Funktion  $g(x) = x^4$  arvot eivät voi olla negatiivisia. Kuvaaja on siis joko kuvaaja numero 1 tai 2. Lasketaan funktion arvo kohdassa  $x = 2$ .

$$g(2) = 2^4 = 16$$

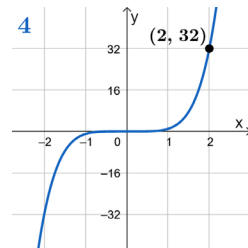
Funktion  $g(x) = x^4$  kuvaaja kulkee siis pisteen  $(2, 16)$  kautta. Oikea kuvaaja on 1.



Funktion  $h(x) = x^5$  arvot voivat olla positiivisia tai negatiivisia. Kuvaaja on siis joko kuvaaja numero 3 tai 4. Lasketaan funktion arvo kohdassa  $x = 2$ .

$$h(2) = 2^5 = 32$$

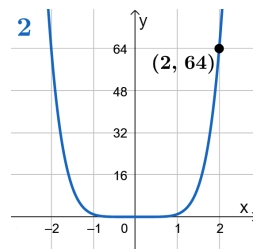
Funktion  $h(x) = x^5$  kuvaaja kulkee siis pisteen  $(2, 32)$  kautta. Oikea kuvaaja on 4.



Funktion  $i(x) = x^6$  arvot eivät voi olla negatiivisia. Kuvaaja on siis joko kuvaaja numero 1 tai 2. Lasketaan funktion arvo kohdassa  $x = 2$ .

$$i(2) = 2^6 = 64$$

Funktion  $i(x) = x^6$  kuvaaja kulkee siis pisteen  $(2, 64)$  kautta. Oikea kuvaaja on 2.



### Vastaus

$f - 3, g - 1, h - 4, i - 2$

## 9.16

- a) Merkitään ja lasketaan luvun 512 yhdeksäs juuri.

$$\sqrt[9]{512} = 2 \quad \text{Laskimella } 512^{\frac{1}{9}}.$$

- b) Merkitään ja lasketaan luvun 100 000 000 neljäs juuri.

$$\sqrt[4]{100\,000\,000} = 100 \quad \text{Laskimella } 100\,000\,000^{\frac{1}{4}}.$$

- c) Merkitään ja lasketaan luvun 1024 neliöjuuri.

$$\sqrt{1024} = 32$$

### Vastaus

a)  $\sqrt[9]{512} = 2$

b)  $\sqrt[4]{100\,000\,000} = 100$

c)  $\sqrt{1024} = 32$

## 9.17

- a) Merkitään ja lasketaan luvun 64 neljäs juuri.

$$\sqrt[4]{64} = 2,8284... \approx 2,828 \quad \text{Laskimella } 64^{\frac{1}{4}}.$$

- b) Merkitään ja lasketaan luvun  $-32\,768$  viides juuri.

$$\sqrt[5]{-32\,768} = -8,000 \quad \text{Laskimella } (-32\,768)^{\frac{1}{5}}$$

- c) Merkitään ja lasketaan luvun 12 kolmas juuri.

$$\sqrt[3]{12} = 2,2894... \approx 2,289 \quad \text{Laskimella } 12^{\frac{1}{3}}.$$

- d) Luvun  $-729$  kuudes juuri merkitään  $\sqrt[6]{-729}$ . Juurta ei ole määritelty.

### Vastaus

- a)  $\sqrt[4]{64} \approx 2,828$   
b)  $\sqrt[5]{-32\,768} = -8,000$   
c)  $\sqrt[3]{12} \approx 2,289$   
d)  $\sqrt[6]{-729}$ , ei ole määritelty

## 9.18

a)  $x^6 + 3 = 0 \quad | -3$

Muokataan yhtälön vasemmalle puolelle pelkkä potenssilauseke.

$$x^6 = -3$$

Yhtälön  $x^6 = -3$  muuttujan  $x$  eksponentti on parillinen ja yhtälön oikealla puolella oleva luku on negatiivinen. Yhtälöllä ei ole yhtään ratkaisua.

b)  $x^4 - 30 = 0 \quad | +30$

Muokataan yhtälön vasemmalle puolelle pelkkä potenssilauseke.

$$x^4 = 30$$

Yhtälön  $x^4 = 30$  muuttujan  $x$  eksponentti on parillinen ja yhtälön oikealla puolella oleva luku ei ole negatiivinen. Yhtälöllä on kaksi ratkaisua.

c)  $-x^7 + 20 = 0 \quad | -20$

Muokataan yhtälön vasemmalle puolelle pelkkä potenssilauseke.

$$-x^7 = -20 \quad | \cdot (-1)$$

$$x^7 = 20$$

Yhtälön  $x^7 = 20$  muuttujan  $x$  eksponentti on pariton. Yhtälöllä on yksi ratkaisu.

### Vastaus

- a) 0
- b) 2
- c) 1

## 9.19

- a) Merkitään vuotuista muutoskerrointa kirjaimella  $a$  ja alkuperäistä palkkaa kirjaimella  $p$ .

Työntekijöiden palkka tulee joka vuosi  $a$  -kertaiseksi. Vuosikymmenen lopussa työntekijöiden palkka on  $a^{10}p$ .

Toisaalta vuosikymmenen lopussa työntekijöiden palkka on kasvanut 140 %. Koska  $100 \% + 140 \% = 240 \% = 2,4$ , niin vuosikymmenen lopussa työntekijöiden palkka on kasvanut 2,4 -kertaiseksi. Tällöin palkka on  $2,4p$ .

Muodostetaan yhtälö ja ratkaistaan  $a$ .

$$a^{10}p = 2,4p \quad |:p$$

$$a^{10} = 2,4$$

$$a = \sqrt[10]{2,4}$$

$$a = 1,0914... \approx 1,091$$

Yhtälön ratkaisu on luvun

2,4 kymmenes juuri.

Muutoskerroin on positiivinen.

Palkan vuotuinen muutoskerroin on noin 1,091. Siis palkka kasvoi vuodessa noin 9,1 %.

Palkkojen nousu on laskettu olettaen, että palkat nousevat yhtä paljon joka vuosi. Todellisuudessa kuitenkin muutoskerroin voisi vaihdella vuodesta toiseen niin, että palkat nousevat keskimäärin 9,1 % vuodessa.

- b) Merkitään vuotuista muutoskerrointa kirjaimella  $q$  ja alkuperäisiä elinkustannuksia kirjaimella  $k$ .

Elinkustannukset tulevat joka vuosi  $q$  -kertaiseksi. Vuosikymmenen lopussa elinkustannukset ovat  $q^{10}k$ .

Toisaalta vuosikymmenen lopussa elinkustannukset ovat kasvaneet 92 %. Koska  $100 \% + 92 \% = 192 \% = 1,92$ , niin vuosikymmenen lopussa elinkustannukset ovat kasvaneet 1,92 -kertaisiksi. Tällöin kustannukset ovat  $1,92k$ .

Muodostetaan yhtälö ja ratkaistaan  $q$ .

$$q^{10}k = 1,92k \quad | : k$$

$$q^{10} = 1,92$$

Yhtälön ratkaisu on luvun

1,92 kymmenes juuri.

$$q = \sqrt[10]{1,92}$$

Muutoskerroin on positiivinen.

$$= 1,0674... \approx 1,067$$

Elinkustannusten vuotuinen muutoskerroin on noin 1,067.

Kustannukset siis kasvoivat vuodessa keskimäärin 6,7 %.

### Vastaus

- a) On ratkaistu vuotuinen muutoskerroin  $a$  yhtälöstä  $a^{10}p = 2,4p$ , missä  $p$  on alkuperäinen palkka ja  $100 \% + 140 \% = 240 \% = 2,4$ . Näin on saatu  $a \approx 1,091$ . Jos palkat kasvavat joka vuosi 9,1 %, niin kymmenessä vuodessa kasvu on 140 %.
- b) 6,7 %

## 9.20

a)  $\sqrt{4 \cdot 5} = \sqrt{20} = 4,47... \approx 4,5$

b)  $\sqrt[3]{4 \cdot 5 \cdot 6} = 4,93... \approx 4,9$

Laskimella  $(4 \cdot 5 \cdot 6)^{\frac{1}{3}}$ .

c)  $\sqrt[4]{4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7} = 5,38... \approx 5,4$

Laskimella  $(4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7)^{\frac{1}{4}}$ .

### Vastaus

a) 4,5

b) 4,9

c) 5,4