

3.1

a) $8x - 3 = 5x + 9 \quad | -5x$

$$8x - 5x - 3 = 9$$

$$3x - 3 = 9 \quad | +3$$

$$3x = 9 + 3$$

$$3x = 12 \quad | :3$$

$$x = \frac{12}{3} = 4$$

Siirretään muuttujatermi $5x$ yhtälön vasemmalle puolelle vähentämällä molemmilta puolilta termi $5x$.

Siirretään vakiotermejä -3 yhtälön oikealle puolelle lisäämällä molemmille puolille luku 3 .

Jaetaan yhtälön molemmat puolet muuttujan x kertoimella 3 .

b) $5x = 6x + 3(2 - x)$

$$5x = 6x + 3 \cdot 2 - 3 \cdot x$$

$$5x = 6x + 6 - 3x$$

$$5x = 3x + 6 \quad | -3x$$

$$5x - 3x = 6$$

$$2x = 6 \quad | :2$$

$$x = \frac{6}{2} = 3$$

Kerrotaan sulkeet auki.

Siirretään muuttujatermi $3x$ yhtälön vasemmalle puolelle vähentämällä molemmilta puolilta termi $3x$.

Jaetaan yhtälön molemmat puolet muuttujan x kertoimella 2 .

Vastaus

a) $x = 4$ b) $x = 3$

3.2

$$\text{a) } 2(4x-3) = 5(x+3)$$

$$2 \cdot 4x - 2 \cdot 3 = 5 \cdot x + 5 \cdot 3$$

$$8x - 6 = 5x + 15 \quad | -5x + 6$$

$$8x - 5x = 15 + 6$$

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

$$x = \frac{21}{3} = 7$$

Kerrotaan sulkeet auki.

Siirretään muuttujatermi $5x$ yhtälön vasemmalle puolelle ja vakiotermi -6 yhtälön oikealle puolelle.

Jaetaan yhtälön molemmat puolet muuttujan x kertoimella 3.

$$\text{b) } 5 + 3(4x + 3) = 20$$

$$5 + 3 \cdot 4x + 3 \cdot 3 = 20$$

$$5 + 12x + 9 = 20$$

$$12x + 14 = 20 \quad | -14$$

$$12x = 20 - 14$$

$$12x = 6 \quad | :2$$

$$x = \frac{6}{12} = \frac{1}{2}$$

Kerrotaan sulkeet auki.

Siirretään vakiotermi 14 yhtälön oikealle puolelle.

Jaetaan yhtälön molemmat puolet muuttujan x kertoimella 2.

Vastaus

$$\text{a) } x = 7 \quad \text{b) } x = \frac{1}{2}$$

3.3

$$7x - (3 + 4x) = -x + (4 - x)$$

$$7x - 3 - 4x = -x + 4 - x$$

$$3x - 3 = -2x + 4$$

$$3x + 2x = 4 + 3$$

$$5x = 7 \quad | :5$$

$$x = \frac{7}{5}$$

Vastaus

$$x = \frac{7}{5}$$

3.4

Muodostetaan ja ratkaistaan yhtälö, jossa lausekkeen $10x - 3(4x - 5)$ arvo on merkitty yhtä suureksi kuin -19 .

$$10x - 3(4x - 5) = -19$$

$$10x - 3 \cdot 4x - 3 \cdot (-5) = -19$$

$$10x - 12x + 15 = -19$$

$$-2x + 15 = -19$$

$$-2x = -19 - 15$$

$$-2x = -34 \quad | :(-2)$$

$$x = \frac{-34}{-2} = 17$$

Vastaus

$$x = 17$$

3.5

Tapa 1 Lavennetaan yhtälössä esiintyvät termit samannimisiksi.

$$3 - \frac{x}{3} = -\frac{x}{4}$$

$$\overset{12)}{\frac{3}{1}} - \overset{4)}{\frac{x}{3}} = -\overset{3)}{\frac{x}{4}}$$

$$\frac{36}{12} - \frac{4x}{12} = -\frac{3x}{12} \quad | \cdot 12$$

$$\overset{1}{\cancel{12}} \cdot \overset{1}{\cancel{36}} - \overset{1}{\cancel{12}} \cdot \overset{1}{\cancel{4x}} = \overset{1}{\cancel{12}} \cdot \left(-\overset{1}{\cancel{\frac{3x}{12}}} \right)$$

$$36 - 4x = -3x$$

$$-4x + 3x = -36$$

$$-x = -36 \quad | :(-1)$$

$$x = 36$$

Kirjoitetaan 3 muodossa $\frac{3}{1}$.

Lavennetaan kaikki termit samannimisiksi.

Kerrotaan yhtälön molemmat puolet yhteisellä nimittäjällä 12.

Siirretään muuttujatermi $-3x$ yhtälön vasemmalle puolelle ja vakio-termi 36 yhtälön oikealle puolelle.

Jaetaan muuttujan kertoimella -1 .

Tapa 2 Kerrotaan yhtälön molemmat puolet sellaisella luvulla, että nimittäjät voidaan supistaa pois.

$$3 - \frac{x}{3} = -\frac{x}{4} \quad | \cdot 12$$

$$12 \cdot 3 - \overset{4}{\cancel{12}} \cdot \overset{3}{\cancel{\frac{x}{3}}} = \overset{3}{\cancel{12}} \cdot \left(-\overset{1}{\cancel{\frac{x}{4}}} \right)$$

$$36 - 4x = -3x$$

$$x = 36$$

Kerrotaan yhtälö luvulla 12, koska 12 on jaollinen nimittäjillä 3 ja 4.

Ratkaistaan, kuten tavassa 1.

Vastaus

$$x = 36$$

3.6

a) Lavennetaan yhtälössä esiintyvät termit samannimisiksi.

$$\overset{4)}{\frac{5x-1}{5}} - \overset{10)}{\frac{x}{2}} = \overset{5)}{\frac{1}{4}}$$

$$\frac{4(5x-1)}{20} - \frac{10x}{20} = \frac{5}{20} \quad | \cdot 20$$

$$4(5x-1) - 10x = 5$$

$$20x - 4 - 10x = 5$$

$$10x - 4 = 5$$

$$10x = 5 + 4$$

$$10x = 9 \quad | :10$$

$$x = \frac{9}{10}$$

Lavennetaan kaikki termit samannimisiksi.

Kerrotaan yhtälön molemmat puolet yhteisellä nimittäjällä 20, jolloin nimittäjät saadaan poistettua yhtälöstä. Kerrotaan sulkeet auki.

Siirretään vakiotermi -4 yhtälön oikealle puolelle.

Jaetaan muuttujan kertoimella 10.

b) Kerrotaan yhtälön molemmat puolet sellaisella luvulla, että nimittäjät voidaan supistaa pois.

$$x - \frac{x}{3} = \frac{1}{3} \quad | \cdot 3$$

$$3 \cdot x - \cancel{3} \cdot \frac{x}{\cancel{3}} = \cancel{3} \cdot \frac{1}{\cancel{3}}$$

$$3x - x = 1$$

$$2x = 1 \quad | :2$$

$$x = \frac{1}{2}$$

Kerrotaan yhtälö luvulla 3, koska nimittäjissä on 3.

Jaetaan muuttujan kertoimella 2.

Vastaus

a) $x = \frac{9}{10}$ b) $x = \frac{1}{2}$

3.7

a) $-5(x+2) = -2(2x-3) - x$

Kerrotaan sulkeet auki.

$$-5x - 10 = -4x + 6 - x$$

Sievennetään yhtälön oikea puoli.

$$-5x - 10 = -5x + 6 \quad | +5x$$

Siirretään muuttujatermit yhtälön vasemmalle puolelle.

$$-10 = 6$$

epätosi

Yhtälö on epätosi riippumatta muuttujan x arvosta eli mikään luku ei toteuta yhtälöä.

b) $2(x-1) = 5x-3-(3x-1)$

Poistetaan sulkeet.

$$2x - 2 = 5x - 3 - 3x + 1$$

$$2x - 2 = 2x - 2 \quad | -2x$$

Siirretään muuttujatermit yhtälön vasemmalle puolelle.

$$-2 = -2$$

tosi

Yhtälö on tosi riippumatta muuttujan x arvosta eli kaikki luvut toteuttavat yhtälön.

Vastaus

a) Mikään luku ei toteuta yhtälöä. b) Kaikki luvut toteuttavat yhtälön.

3.8

$$\frac{3x}{2} + \frac{1}{5} = \frac{x}{2} + (x+1)$$

$$\frac{3x}{2} + \frac{1}{5} = \frac{x}{2} + \frac{x}{1} + \frac{1}{1}$$

$$\overset{5)}{\frac{3x}{2}} + \overset{2)}{\frac{1}{5}} = \overset{5)}{\frac{x}{2}} + \overset{10)}{\frac{x}{1}} + \overset{10)}{\frac{1}{1}}$$

$$\frac{15x}{10} + \frac{2}{10} = \frac{5x}{10} + \frac{10x}{10} + \frac{10}{10} \quad | \cdot 10$$

$$15x + 2 = 5x + 10x + 10$$

$$15x + 2 = 15x + 10 \quad | -15x$$

$$2 = 10$$

epätosi

Yhtälö on epätosi riippumatta muuttujan x arvosta eli mikään luku ei toteuta yhtälöä.

Vastaus

Mikään luku ei toteuta yhtälöä.

Kirjoitetaan x muodossa $\frac{x}{1}$ ja

1 muodossa $\frac{1}{1}$.

Lavennetaan kaikki termit samannimisiksi.

Kerrotaan yhtälön molemmat puolet yhteisellä nimittäjällä 10, jolloin nimittäjät poistuvat yhtälöstä.

Siirretään muuttujatermit yhtälön vasemmalle puolelle.

3.9

Muodostetaan yhtälö merkitsemällä lausekkeet yhtä suuriksi. Ratkaistaan x .

$$1,45x + 9,30 = 2,50x + 4,20$$

Ratkaistaan yhtälö CAS-laskimella.

$$x = 4,857\dots$$

$$x \approx 4,86 \text{ (km)}$$

Pyöristetään ratkaisu lähtöarvoja vastaavaan tarkkuuteen eli kolmeen merkitsevään numeroon.

Matkat ovat samanhintaiset, kun matkan pituus on 4,86 km.

Vastaus

4,86 km

3.10

Muodostetaan yhtälö, jossa lomamatkan hintaa kuvaavan lausekkeen arvo on merkitty yhtä suureksi kuin 2240 €. Ratkaistaan x .

$$980 + 90x = 2240$$

Ratkaistaan yhtälö CAS-laskimella.

$$x = 14 \text{ (yötä)}$$

Matkan hinta on 2240 €, kun hotellissa yövytään 14 yötä.

Vastaus

14 yötä

3.11

A $\frac{3x+2}{4} + 2 = \frac{x}{3}$

E $\frac{3x+2}{4} + \frac{2}{1} = \frac{x}{3}$

B $\frac{3(3x+2)}{12} + \frac{24}{12} = \frac{4x}{12}$

D $3(3x+2) + 24 = 4x$

F $9x + 6 + 24 = 4x$

C $5x = -30$

G $x = -6$

Vastaus

Välivaiheen järjestys- numero	1	2	3	4	5	6	7
Välivaihe	A	E	B	D	F	C	G

3.12

- a) Muodostetaan ja ratkaistaan yhtälö, jossa lukujen x ja 5 summa $x + 5$ on merkitty yhtä suureksi kuin lukujen 2 ja x tulo $2x$.

$$x + 5 = 2x$$

$$x = 5$$

- b) Muodostetaan ja ratkaistaan yhtälö, jossa lukujen $4x$ ja 1 erotus $4x - 1$ on merkitty yhtä suureksi kuin lukujen 15 ja $-3x$ summa $15 + (-3x)$.

$$4x - 1 = 15 + (-3x)$$

$$x = \frac{16}{7}$$

Ratkaistaan yhtälö CAS-laskimella.

Annetaan vastaukseksi tarkka arvo.
Vastaus voidaan antaa myös

sekalukuna: $\frac{16}{7} = \frac{14+2}{7} = 2\frac{2}{7}$.

Vastaus

- a) Yhtälö on $x + 5 = 2x$ ja ratkaisu on $x = 5$.

- b) Yhtälö on $4x - 1 = 15 + (-3x)$ ja ratkaisu on $x = \frac{16}{7}$.

3.13

Yhtälön $3ax + 1 = 5x - 2a$ tulee olla tosi, kun siihen sijoitetaan $x = 2$.

Sijoitetaan yhtälöön $x = 2$ ja ratkaistaan vakio a .

$$3ax + 1 = 5x - 2a$$

$$3a \cdot 2 + 1 = 5 \cdot 2 - 2a$$

$$6a + 1 = 10 - 2a \quad | + 2a$$

$$8a + 1 = 10 \quad | - 1$$

$$8a = 9 \quad | : 8$$

$$a = \frac{9}{8}$$

Vastaus

$$a = \frac{9}{8}$$

3.14

Ratkaisu

Sievennetään yhtälöä.

$$10x + 8 = 2(5x + a)$$

$$10x + 8 = 10x + 2a \quad | -10x$$

$$8 = 2a \quad | :2$$

$$a = 4$$

Yhtälön ratkaisu ei riipu muuttujan x arvosta.

Kaikki luvut toteuttavat yhtälön, kun $a = 4$.

Tarkistus

Sijoitetaan yhtälöön $a = 4$.

$$10x + 8 = 2(5x + a)$$

$$10x + 8 = 2(5x + 4)$$

$$10x + 8 = 10x + 8$$

Yhtälön vasen ja oikea puoli ovat yhtä suuret kaikilla muuttujan x arvoilla.

Vastaus

$$a = 4$$

3.15

Tapa 1 Lavennetaan yhtälön termit samannimisiksi.

a)

$$\frac{2x+1}{3} + \frac{x-1}{4} = 2$$

Kirjoitetaan 2 muodossa $\frac{2}{1}$.

$$\frac{2x+1}{3} + \frac{x-1}{4} = \frac{2}{1}$$

$${}^4) \frac{2x+1}{3} + {}^3) \frac{x-1}{4} = {}^{12}) \frac{2}{1}$$

Lavennetaan termit samannimisiksi.

$$\frac{4(2x+1)}{12} + \frac{3(x-1)}{12} = \frac{24}{12}$$

·12 Kerrotaan yhtälön molemmat puolet yhteisellä nimittäjällä 12.

$$\overset{1}{\cancel{12}} \cdot \frac{4(2x+1)}{\underset{1}{\cancel{12}}} + \overset{1}{\cancel{12}} \cdot \frac{3(x-1)}{\underset{1}{\cancel{12}}} = \overset{1}{\cancel{12}} \cdot \frac{24}{\underset{1}{\cancel{12}}}$$

$$4(2x+1) + 3(x-1) = 24$$

Kerrotaan sulkeet auki.

$$8x + 4 + 3x - 3 = 24$$

$$11x + 1 = 24$$

|-1 Siirretään vakiotermi 1 yhtälön oikealle puolelle.

$$11x = 23$$

:11 Jaetaan muuttujan kertoimella 11.

$$x = \frac{23}{11}$$

b)

$$3x - \frac{2x-3}{2} = 1 - \frac{2x}{5}$$

$$\frac{3x}{1} - \frac{2x-3}{2} = \frac{1}{1} - \frac{2x}{5}$$

$$\overset{10)}{\frac{3x}{1}} - \overset{5)}{\frac{2x-3}{2}} = \overset{10)}{\frac{1}{1}} - \overset{2)}{\frac{2x}{5}}$$

$$\frac{30x}{10} - \frac{5(2x-3)}{10} = \frac{10}{10} - \frac{4x}{10} \quad | \cdot 10$$

$$\overset{1}{\cancel{10}} \cdot \frac{30x}{\cancel{10}} - \overset{1}{\cancel{10}} \cdot \frac{5(2x-3)}{\cancel{10}} = \overset{1}{\cancel{10}} \cdot \frac{10}{\cancel{10}} - \overset{1}{\cancel{10}} \cdot \frac{4x}{\cancel{10}}$$

$$30x - 5(2x-3) = 10 - 4x$$

$$30x - 10x + 15 = 10 - 4x$$

$$20x + 15 = 10 - 4x \quad | + 4x$$

$$24x + 15 = 10 \quad | - 15$$

$$24x = -5 \quad | : 24$$

$$x = -\frac{5}{24}$$

Kirjoitetaan kaikki termit
murtolukuina.

Lavennetaan termit samannimisiksi.

Kerrotaan yhtälön molemmat puolet
yhteisellä nimittäjällä 10.

Kerrotaan sulkeet auki.

Siirretään termi $-4x$
yhtälön vasemmalle puolelle.

Siirretään termi 15
yhtälön oikealle puolelle.

Jaetaan muuttujan kertoimella 24.

Tapa 2 Kerrotaan yhtälön molemmat puolet sellaisella luvulla, että nimittäjät voidaan supistaa pois.

a)

$$\frac{2x+1}{3} + \frac{x-1}{4} = 2 \quad | \cdot 12$$

Kerrotaan yhtälö luvulla 12, koska 12 on jaollinen nimittäjillä 3 ja 4.

$$\overset{4}{\cancel{12}} \cdot \frac{2x+1}{\cancel{3}} + \overset{3}{\cancel{12}} \cdot \frac{x-1}{\cancel{4}} = 12 \cdot 2$$

$$4(2x+1) + 3(x-1) = 24$$

$$8x + 4 + 3x - 3 = 24$$

$$11x + 1 = 24 \quad | -1$$

Kerrotaan sulkeet auki.

Siirretään vakiotermin 1 yhtälön oikealle puolelle.

$$11x = 23 \quad | :11$$

Jaetaan muuttujan kertoimella 11.

$$x = \frac{23}{11}$$

b)

$$3x - \frac{2x-3}{2} = 1 - \frac{2x}{5} \quad | \cdot 10$$

Kerrotaan yhtälö luvulla 10, koska 10 on jaollinen nimittäjillä 2 ja 5.

$$10 \cdot 3x - \overset{5}{\cancel{10}} \cdot \frac{2x-3}{\cancel{2}} = 10 \cdot 1 - \overset{2}{\cancel{10}} \cdot \frac{2x}{\cancel{5}}$$

$$30x - 5(2x-3) = 10 - 4x$$

$$30x - 10x + 15 = 10 - 4x$$

$$20x + 15 = 10 - 4x \quad | +4x$$

Kerrotaan sulkeet auki.

Siirretään termi $-4x$ yhtälön vasemmalle puolelle.

$$24x + 15 = 10 \quad | -15$$

Siirretään termi 15

yhtälön oikealle puolelle.

$$24x = -5 \quad | :24$$

Jaetaan muuttujan kertoimella 24.

$$x = -\frac{5}{24}$$

Vastaus

a) $x = \frac{23}{11}$

b)

$$x = -\frac{5}{24}$$

3.16

a) $10x = 2(5x - 4)$

$$10x = 10x - 8$$

$$10x = 10x - 8 \quad | -10x$$

$$0 = -8$$

epätosi

Kerrotaan sulkeet auki.

Siirretään muuttujatermit
yhtälön vasemmalle puolelle.

Yhtälö on epätosi riippumatta muuttujan x arvosta.

Mikään luku ei toteuta yhtälöä.

b) $9x - (2x - 5) = -3(1 - x) + 4(x + 2)$ Kerrotaan sulkeet auki.

$$9x - 2x + 5 = -3 + 3x + 4x + 8$$

$$7x + 5 = 7x + 5 \quad | -7x$$

$$5 = 5$$

tosi

Siirretään muuttujatermit
yhtälön vasemmalle puolelle.

Yhtälö on tosi riippumatta muuttujan x arvosta.

Kaikki luvut toteuttavat yhtälön.

Vastaus

a) Mikään luku ei toteuta yhtälöä.

b) Kaikki luvut toteuttavat yhtälön.

3.17

Autovuokraamot ovat samanhintaiset, kun kokonaisvuokran lausekkeet ovat yhtäsuuret.

$$85 + 0,15x = 0,40x$$

Ratkaistaan CAS-laskimella.

$$x = 340 \text{ (km)}$$

Autovuokraamot ovat samanhintaiset, kun matkan pituus on 340 km.

Autovuokraamo Budjetissa maksetaan 85 €:n perusmaksu ja sen lisäksi 0,15 € jokaiselta kilometriltä. Autovuokraamo Kaarassa maksetaan vain 0,40 € kilometriltä, perusmaksua ei ole. Siksi autovuokraamo Kaara on aluksi halvempi. Autovuokraamo Kaara tulee kalliimmaksi matkan pidentessä, koska kilometrihintaa on Kaarassa suurempi.

Autovuokraamo Budjetti on edullisempi, kun ajetaan enemmän kuin 340 km.

Vastaus

enemmän kuin 340 km

3.18

Tap 1 Lavennetaan yhtälön termit samannimisiksi.

$$7 - (5 - 3x) = x - \frac{x}{2} + \frac{2x-1}{6}$$

$$\frac{7}{1} - \frac{5-3x}{1} = \frac{x}{1} - \frac{x}{2} + \frac{2x-1}{6}$$

$$\overset{6)}{\frac{7}{1}} - \overset{6)}{\frac{5-3x}{1}} = \overset{6)}{\frac{x}{1}} - \overset{3)}{\frac{x}{2}} + \frac{2x-1}{6}$$

$$\frac{42}{6} - \frac{6(5-3x)}{6} = \frac{6x}{6} - \frac{3x}{6} + \frac{2x-1}{6} \quad | \cdot 6$$

$$\overset{1)}{\cancel{6}} \cdot \overset{1)}{\underset{1}{\cancel{6}}} \frac{42}{\cancel{6}} - \overset{1)}{\cancel{6}} \cdot \overset{1)}{\underset{1}{\cancel{6}}} \frac{6(5-3x)}{\cancel{6}} = \overset{1)}{\cancel{6}} \cdot \overset{1)}{\underset{1}{\cancel{6}}} \frac{6x}{\cancel{6}} - \overset{1)}{\cancel{6}} \cdot \overset{1)}{\underset{1}{\cancel{6}}} \frac{3x}{\cancel{6}} + \overset{1)}{\cancel{6}} \cdot \overset{1)}{\underset{1}{\cancel{6}}} \frac{2x-1}{\cancel{6}}$$

$$42 - 6(5 - 3x) = 6x - 3x + (2x - 1)$$

$$42 - 30 + 18x = 6x - 3x + 2x - 1$$

$$18x + 12 = 5x - 1 \quad | -5x$$

$$13x + 12 = -1 \quad | -12$$

$$13x = -13 \quad | :13$$

$$x = -1$$

Tap 2 Kerrotaan yhtälön molemmat puolet sellaisella luvulla, että nimittäjät voidaan supistaa pois.

$$7 - (5 - 3x) = x - \frac{x}{2} + \frac{2x - 1}{6} \quad | \cdot 6$$

$$6 \cdot 7 - 6(5 - 3x) = 6x - \cancel{2}^3 \cdot \frac{x}{\cancel{2}_1} + \cancel{6}^1 \cdot \frac{2x - 1}{\cancel{6}_1}$$

$$42 - 6(5 - 3x) = 6x - 3x + (2x - 1)$$

$$42 - 30 + 18x = 6x - 3x + 2x - 1$$

$$18x + 12 = 5x - 1 \quad | - 5x$$

$$13x + 12 = -1 \quad | - 12$$

$$13x = -13 \quad | : 13$$

$$x = -1$$

Vastaus

$$x = -1$$

3.19

- a) Lukujen x ja 3 osamäärä merkitään $\frac{x}{3}$.

Lukujen 2 ja x summa merkitään $2 + x$.

Muodostetaan ja ratkaistaan yhtälö.

$$\frac{x}{3} = 2 + x$$

Ratkaistaan CAS-laskimella.

$$x = -3$$

- b) Lukujen x ja 4 keskiarvo merkitään $\frac{x+4}{2}$.

Lukujen $3x$ ja 1 summa merkitään $3x + 1$.

Muodostetaan ja ratkaistaan yhtälö.

$$\frac{x+4}{2} = 3x+1$$

Ratkaistaan CAS-laskimella.

$$x = \frac{2}{5}$$

Vastaus

a) $\frac{x}{3} = 2 + x$, $x = -3$

b) $\frac{x+4}{2} = 3x+1$, $x = \frac{2}{5}$

3.20

Lämpötila Fahrenheit- asteikolla (°F)	Lämpötila Celcius- asteikolla (°C)
x	$\frac{5}{9}(x-32)$
?	-13

Muodostetaan yhtälö ja ratkaistaan x .

$$\frac{5}{9}(x-32) = -13$$

Ratkaistaan CAS-laskimella.

$$x = \frac{43}{5} = 8,6 \text{ (°F)}$$

Lämpötilaa -13 °C vastaa Fahrenheit-asteikolla $8,6 \text{ °F}$.

Vastaus

yhtälö $\frac{5}{9}(x-32) = -13$, lämpötila $8,6 \text{ °F}$

3.21

Tapa 1 Lavennetaan yhtälön termit samannimisiksi.

$$\begin{aligned}x + \frac{x}{2} + \frac{x}{3} &= 2x + \frac{6-x}{6} \\ \frac{x}{1} + \frac{x}{2} + \frac{x}{3} &= \frac{2x}{1} + \frac{6-x}{6} \\ \overset{6)}{\frac{x}{1}} + \overset{3)}{\frac{x}{2}} + \overset{2)}{\frac{x}{3}} &= \overset{6)}{\frac{2x}{1}} + \frac{6-x}{6} \\ \frac{6x}{6} + \frac{3x}{6} + \frac{2x}{6} &= \frac{12x}{6} + \frac{6-x}{6} && | \cdot 6 \\ \overset{1)}{\cancel{6}} \cdot \frac{6x}{\cancel{6}} + \overset{1)}{\cancel{6}} \cdot \frac{3x}{\cancel{6}} + \overset{1)}{\cancel{6}} \cdot \frac{2x}{\cancel{6}} &= \overset{1)}{\cancel{6}} \cdot \frac{12x}{\cancel{6}} + \overset{1)}{\cancel{6}} \cdot \frac{6-x}{\cancel{6}} \\ 6x + 3x + 2x &= 12x + 6 - x \\ 11x &= 11x + 6 && | -11x \\ 0 &= 6 \\ & \text{epätosi}\end{aligned}$$

Mikään luku ei toteuta yhtälöä.

Tapa 2 Kerrotaan yhtälön molemmat puolet sellaisella luvulla, että nimittäjät voidaan supistaa pois.

$$\begin{aligned}x + \frac{x}{2} + \frac{x}{3} &= 2x + \frac{6-x}{6} && | \cdot 6 \\ 6x + \overset{3)}{\cancel{6}} \cdot \frac{x}{\cancel{2}} + \overset{2)}{\cancel{6}} \cdot \frac{x}{\cancel{3}} &= 6 \cdot 2x + \overset{1)}{\cancel{6}} \cdot \frac{6-x}{\cancel{6}} \\ 6x + 3x + 2x &= 12x + 6 - x \\ 11x &= 11x + 6 && | -11x \\ 0 &= 6 \\ & \text{epätosi}\end{aligned}$$

Mikään luku ei toteuta yhtälöä.

Vastaus

Mikään luku ei toteuta yhtälöä.

3.22

Ratkaistaan ensin yhtälö $x - (6x + 5) = -15$.

$$x - (6x + 5) = -15$$

$$x - 6x - 5 = -15$$

$$-5x - 5 = -15 \quad | + 5$$

$$-5x = -10 \quad | :(-5)$$

$$x = 2$$

Tutkitaan, toteuttaako $x = 2$ yhtälön $2x \cdot (5x - 4) = 24$.

$$2x \cdot (5x - 4) = 24 \quad | x = 2$$

$$2 \cdot 2 \cdot (5 \cdot 2 - 4) = 24$$

$$4 \cdot (10 - 4) = 24$$

$$4 \cdot 6 = 24$$

$$24 = 24$$

tosi

Yhtälön $x - (6x + 5) = -15$ ratkaisut toteuttavat yhtälön $2x \cdot (5x - 4) = 24$.

Vastaus

Toteuttavat

3.23

Ratkaistaan ensin yhtälöstä x .

$$(2a + 4)x = 3 \quad | : (2a + 4)$$

$$x = \frac{3}{2a + 4}$$

Lukua $\frac{3}{2a + 4}$ ei ole määritelty, kun nimittäjä $2a + 4$ on nolla.

Ratkaistaan, millä vakion a arvolla luku $2a + 4$ on nolla.

$$2a + 4 = 0 \quad | -4$$

$$2a = -4 \quad | : 2$$

$$a = -2$$

Yhtälöllä on ratkaisu, kun $a \neq -2$.

Vastaus

$$a \neq -2$$

3.24

a) Ratkaistaan ensin yhtälöstä x .

$$\begin{aligned}(a-2)x+3 &= -2 && | -3 \\(a-2)x &= -5 && | : (a-2) \\x &= \frac{-5}{a-2}\end{aligned}$$

Lukua $\frac{-5}{a-2}$ ei ole määritelty, kun nimittäjä $a-2$ on nolla.

$$\begin{aligned}a-2 &= 0 && | +2 \\a &= 2\end{aligned}$$

Yhtälöllä ei ole ratkaisua, kun $a=2$.

b) Ratkaistaan ensin yhtälöstä x .

$$\begin{aligned}ax &= 10-3x && | +3x \\ax+3x &= 10 \\(a+3)x &= 10 && | : (a+3) \\x &= \frac{10}{a+3}\end{aligned}$$

Lukua $\frac{10}{a+3}$ ei ole määritelty, kun nimittäjä $a+3$ on nolla.

$$\begin{aligned}a+3 &= 0 && | -3 \\a &= -3\end{aligned}$$

Yhtälöllä ei ole ratkaisua, kun $a=-3$.

Vastaus

a) $a=2$ b) $a=-3$