

14.1

a) Muutetaan luku kymmenjärjestelmään.

$$11001010_2$$

Luvussa on 8 numeroa, joten
2:n suurin eksponentti on 7.

$$\begin{aligned} &= 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 \\ &= 202 \end{aligned}$$

Siis $11001010_2 = 202_{10}$.

b) Kirjoitetaan luvun 233 jakoyhtälö 2:lla jaettaessa ja sen jälkeen saadun osamäärän jakoyhtälö ja niin edelleen, kunnes osamäärä on 0.

$$\begin{aligned}
 233 &= 2 \cdot 116 + 1 & 233 &= 2 \cdot 116 + 1 \\
 &= 2 \cdot 116 + 1 & 116 &= 2 \cdot 58 + 0 \\
 &= 2 \cdot (2 \cdot 58 + 0) + 1 & \text{Poistetaan sulkeet.} \\
 &= 2^2 \cdot 58 + 2 \cdot 0 + 1 & 58 &= 2 \cdot 29 + 0 \\
 &= 2^2 \cdot (2 \cdot 29 + 0) + 2 \cdot 0 + 1 \\
 &= 2^3 \cdot 29 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 & 29 &= 2 \cdot 14 + 1 \\
 &= 2^3 \cdot (2 \cdot 14 + 1) + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 \\
 &= 2^4 \cdot 14 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 & 14 &= 2 \cdot 7 + 0 \\
 &= 2^4 \cdot (2 \cdot 7 + 0) + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 \\
 &= 2^5 \cdot 7 + 2^4 \cdot 0 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 & 7 &= 2 \cdot 3 + 1 \\
 &= 2^5 \cdot (2 \cdot 3 + 1) + 2^4 \cdot 0 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 \\
 &= 2^6 \cdot 3 + 2^5 \cdot 1 + 2^4 \cdot 0 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 & 3 &= 2 \cdot 1 + 1 \\
 &= 2^6 \cdot (2 \cdot 1 + 1) + 2^5 \cdot 1 + 2^4 \cdot 0 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 \\
 &= 2^7 \cdot 1 + 2^6 \cdot 1 + 2^5 \cdot 1 + 2^4 \cdot 0 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 & 1 &= 2 \cdot 0 + 1 \\
 &= 2^7 \cdot (2 \cdot 0 + 1) + 2^6 \cdot 1 + 2^5 \cdot 1 + 2^4 \cdot 0 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 \\
 &= 2^8 \cdot 0 + 2^7 \cdot 1 + 2^6 \cdot 1 + 2^5 \cdot 1 + 2^4 \cdot 0 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 \\
 &= 11101001_2
 \end{aligned}$$

Siis $233_{10} = 11101001_2$.

Vastaus

- a) 202
b) 11101001_2

14.2

a) Muutetaan luku kymmenjärjestelmään.

$$\begin{aligned} &1001_2 \\ &= 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 \\ &= 9 \end{aligned}$$

Siis $1001_2 = 9_{10}$.

b) Kirjoitetaan luvun 1001 jakoyhtälö 2:lla jaettaessa ja sen jälkeen saadun osamäärän jakoyhtälö ja niin edelleen, kunnes osamäärä on 0.

$$\begin{aligned}
 1001 & & 1001 &= 2 \cdot 500 + 1 \\
 &= 2 \cdot 500 + 1 & 500 &= 2 \cdot 250 + 0 \\
 &= 2 \cdot (2 \cdot 250 + 0) + 1 \\
 &= 2^2 \cdot 250 + 2 \cdot 0 + 1 & 250 &= 2 \cdot 125 + 0 \\
 &= 2^2 \cdot (2 \cdot 125 + 0) + 2 \cdot 0 + 1 \\
 &= 2^3 \cdot 125 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 & 125 &= 2 \cdot 62 + 1 \\
 &= 2^3 \cdot (2 \cdot 62 + 1) + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 \\
 &= 2^4 \cdot 62 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 & 62 &= 2 \cdot 31 + 0 \\
 &= 2^4 \cdot (2 \cdot 31 + 0) + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 \\
 &= 2^5 \cdot 31 + 2^4 \cdot 0 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 & 31 &= 2 \cdot 15 + 1 \\
 &= 2^5 \cdot (2 \cdot 15 + 1) + 2^4 \cdot 0 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 \\
 &= 2^6 \cdot 15 + 2^5 \cdot 1 + 2^4 \cdot 0 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 & 15 &= 2 \cdot 7 + 1 \\
 &= 2^6 \cdot (2 \cdot 7 + 1) + 2^5 \cdot 1 + 2^4 \cdot 0 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 \\
 &= 2^7 \cdot 7 + 2^6 \cdot 1 + 2^5 \cdot 1 + 2^4 \cdot 0 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 & 7 &= 2 \cdot 3 + 1 \\
 &= 2^7 \cdot (2 \cdot 3 + 1) + 2^6 \cdot 1 + 2^5 \cdot 1 + 2^4 \cdot 0 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 \\
 &= 2^8 \cdot 3 + 2^7 \cdot 1 + 2^6 \cdot 1 + 2^5 \cdot 1 + 2^4 \cdot 0 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 & 3 &= 2 \cdot 1 + 1 \\
 &= 2^8 \cdot (2 \cdot 1 + 1) + 2^7 \cdot 1 + 2^6 \cdot 1 + 2^5 \cdot 1 + 2^4 \cdot 0 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 \\
 &= 2^9 \cdot 1 + 2^8 \cdot 1 + 2^7 \cdot 1 + 2^6 \cdot 1 + 2^5 \cdot 1 + 2^4 \cdot 0 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 & 1 &= 2 \cdot 0 + 1 \\
 &= 2^9 \cdot (2 \cdot 0 + 1) + 2^8 \cdot 1 + 2^7 \cdot 1 + 2^6 \cdot 1 + 2^5 \cdot 1 + 2^4 \cdot 0 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 \\
 &= 2^{10} \cdot 0 + 2^9 \cdot 1 + 2^8 \cdot 1 + 2^7 \cdot 1 + 2^6 \cdot 1 + 2^5 \cdot 1 + 2^4 \cdot 0 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 \\
 &= 1111101001_2
 \end{aligned}$$

Siis $100110 = 1111101001_2$.

Vastaus

a) 9

b) 11111010012

14.3

Kirjoitetaan esimerkin 2 ohjelma.

```
#Ohjelma kysyy käyttäjältä kaksijärjestelmän luvun ja muuntaa sen
#kymmenjärjestelmän luvuksi.

print("Tämä ohjelma muuntaa kaksijärjestelmän luvun")
print("kymmenjärjestelmän luvuksi.")
luku2 = input("Anna kaksijärjestelmän luku: ")

#Muunnetaan kaksijärjestelmän luku kymmenjärjestelmän luvuksi.
#Asetetaan luvun 2 eksponentin arvo.
eksponentti = len(luku2) - 1

#Asetetaan kymmenjärjestelmän luvun arvoksi aluksi 0.
luku10 = 0

#Luetaan muuttujan luku2 arvoa merkki kerrallaan.
for merkki in luku2:
    #Jos merkki on 1, lisätään kymmenjärjestelmän lukuun
    #merkkiä vastaava luvun 2 potenssi.
    if merkki == "1":
        luku10 += 2 ** eksponentti
    #Vähennetään eksponentin arvoa yhdellä.
    eksponentti -= 1

print("Kaksijärjestelmän luku", luku2, "10-järjestelmän lukuna:", luku10)
```

Suoritetaan ohjelma.

Tämä ohjelma muuntaa kaksijärjestelmän luvun
kymmenjärjestelmän luvuksi.
Anna kaksijärjestelmän luku: 1100101
Kaksijärjestelmän luku 1100101 10-järjestelmän lukuna: 101

Vastaus

$$1100101_2 = 101_{10}$$

14.4

Kirjoitetaan esimerkin 3 ohjelma.

```
#Ohjelma kysyy käyttäjältä positiivisen kymmenjärjestelmän luvun ja
#muuntaa sen kaksijärjestelmän luvuksi.

print("Tämä ohjelma muuntaa kymmenjärjestelmän luvun")
print("kaksijärjestelmän luvuksi.")
luku10 = int(input("Anna positiivinen kokonaisluku: "))

#Tutkitaan, onko käyttäjän antama luku virheellinen.
#Toistetaan, kunnes käyttäjä antaa positiivisen kokonaisluvun.
while luku10 <= 0:
    print("Et antanut positiivista kokonaislukua.")
    luku10 = int(input("Anna positiivinen kokonaisluku: "))

#Asetetaan jaettavaksi luvuksi kymmenjärjestelmän luku.
jaettava = luku10

#Muunnetaan 10-järjestelmän luku kaksijärjestelmään jakojäännösten avulla.
#Asetetaan kaksijärjestelmän luvuksi tyhjä merkkijono.
luku2 = ""
while jaettava != 0:
    #Lasketaan luvun osamäärä ja jakojäännös.
    osam = jaettava // 2
    jakoj = jaettava % 2
    #Lisätään merkkijonon luku2 alkuun jakojäännöksen arvo merkkijonona.
    luku2 = str(jakoj) + luku2
    #Asetetaan tutkittavaksi luvuksi osamäärän arvo.
    jaettava = osam

print("10-järjestelmän luku", luku10, "kaksijärjestelmän lukuna:", luku2)

Suoritetaan ohjelma.
```

Tämä ohjelma muuntaa kymmenjärjestelmän luvun
kaksijärjestelmän luvuksi.
Anna positiivinen kokonaisluku: 9928
10-järjestelmän luku 9928 kaksijärjestelmän lukuna: 10011011001000

Vastaus

$$9928_{10} = 10011011001000_2$$

14.5

Kirjoitetaan ohjelma.

```
#Ohjelma kysyy käyttäjältä kantaluvun 2 tai 10. Tämän jälkeen
#ohjelma kysyy kaksi- tai kymmenjärjestelmän luvun ja muuntaa sen
#toiseen järjestelmään.

valinta = input("Valitse kaksi- tai kymmenjärjestelmä (2/10): ")
if valinta == "2":
    luku2 = input("Anna kaksijärjestelmän luku: ")
    #Asetetaan luvun 2 eksponentin arvo.
    eksponentti = len(luku2) - 1
    #Asetetaan kymmenjärjestelmän luvun arvoksi 0.
    luku10 = 0

    #Muunnetaan kaksijärjestelmän luku kymmenjärjestelmän luvuksi.
    #Luetaan muuttujan luku2 arvoa merkki kerrallaan.
    for merkki in luku2:
        #Jos merkki on 1, lisätään kymmenjärjestelmän lukuun
        #merkkiä vastaava luvun 2 potenssi.
        if merkki == "1":
            luku10 += 2 ** eksponentti
        #Vähennetään eksponentin arvoa yhdellä.
        eksponentti -= 1

    print("2-järjestelmän luku", luku2, "10-järjestelmän lukuna:", luku10)

elif valinta == "10":
    luku10 = int(input("Anna positiivinen kokonaisluku: "))

    #Tutkitaan, onko käyttäjän syöte virheellinen.
    #Toistetaan, kunnes käyttäjä antaa positiivisen kokonaisluvun.
    while luku10 <= 0:
        print("Et antanut positiivista kokonaislukua.")
        luku10 = int(input("Anna positiivinen kokonaisluku: "))

    #Asetetaan jaettavaksi kymmenjärjestelmän luku.
    jaettava = luku10

    #Asetetaan kaksijärjestelmän luvuksi tyhjä merkkijono.
    luku2 = ""

    #Muunnetaan luku kymmenjärjestelmästä kaksijärjestelmään
    #jakoäännösten avulla.
    while jaettava != 0:
        #Lasketaan osamäärä ja jakoäännös.
        osam = jaettava // 2
        jakoj = jaettava % 2
        #Lisätään merkkijonon luku2 alkuun jakoäännöksen arvo merkkijonona.
        luku2 = str(jakoj) + luku2
        #Asetetaan tutkittavaksi luvuksi osamäärän arvo.
        jaettava = osam

    print("10-järjestelmän luku", luku10, "2-järjestelmän lukuna:", luku2)

else:
    print("Annoit virheellisen syötteen. Ohjelman suoritus päättyy.")
```

14.6

Kirjoitetaan molemmille puolille kantalukujen potenssien summat ja sievennetään yhtälöä.

$$110010x01_2 = 4x1_{10}$$

$$1 \cdot 2^8 + 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + x \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 = 4 \cdot 10^2 + x \cdot 10^1 + 1$$
$$256 + 128 + 16 + 4x + 1 = 400 + 10x + 1$$

$$4x - 10x = 400 + 1 - 256 - 128 - 16 - 1$$

$$-6x = 0 \quad | :(-6)$$

$$x = 0$$

Saatu ratkaisu on kelvollinen, sillä numeromerkki 0 löytyy sekä kaksijärjestelmästä että kymmenjärjestelmästä.

Vastaus

$$x = 0$$

14.7

Kirjoitetaan molemmille puolille kantalukujen potenssien summat ja sievennetään yhtälöä.

$$1a8_{10} = 10001b10_2$$

$$1 \cdot 10^2 + a \cdot 10^1 + 8 = 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + b \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0$$

$$100 + 10a + 8 = 128 + 8 + 4b + 2$$

$$10a - 4b = 128 + 8 + 2 - 100 - 8$$

$$10a - 4b = 30 \quad | : 2$$

$$5a - 2b = 15$$

Kymmenjärjestelmän numeromerkki a voi olla mikä hyvänsä vaihtoehtoista $0, 1, 2, \dots, 9$. Kaksijärjestelmän numeromerkki b voi olla 0 tai 1 .

Käydään läpi vaihtoehdot $b = 0$ ja $b = 1$.

$$\begin{aligned} b = 0: \quad 5a - 2 \cdot 0 &= 15 \\ 5a &= 15 \quad | : 5 \\ a &= 3 \end{aligned}$$

Tämä on kelvollinen ratkaisu.

$$\begin{aligned} b = 1: \quad 5a - 2 \cdot 1 &= 15 \\ 5a - 2 &= 15 \\ 5a &= 17 \quad | : 5 \\ a &= \frac{17}{5} \end{aligned}$$

Tämä ei kelpaa ratkaisuksi.

On siis oltava $a = 3$ ja $b = 0$.

Vastaus

$$a = 3 \text{ ja } b = 0$$

14.8

a) Kirjoitetaan ohjelma.

```
luku2_1 = input("Anna kaksijärjestelmän luku: ")
luku2_2 = input("Anna toinen kaksijärjestelmän luku: ")

#Asetetaan luvun 1 eksponentin arvo.
eksponentti_1 = len(luku2_1) - 1

#Asetetaan kymmenjärjestelmän luvun arvoksi 0.
luku10_1 = 0

#Muunnetaan kaksijärjestelmän luku kymmenjärjestelmän luvuksi.
#Luetaan muuttujan luku2 arvoa merkki kerrallaan.
for merkki in luku2_1:
    #Jos merkki on 1, lisätään kymmenjärjestelmän lukuun
    #merkkiä vastaava luvun 2 potenssi.
    if merkki == "1":
        luku10_1 += 2 ** eksponentti_1
    #Vähennetään eksponentin arvoa yhdellä.
    eksponentti_1 -= 1

#Asetetaan luvun 2 eksponentin arvo.
eksponentti_2 = len(luku2_2) - 1

#Asetetaan kymmenjärjestelmän luvun arvoksi 0.
luku10_2 = 0

#Muunnetaan kaksijärjestelmän luku kymmenjärjestelmän luvuksi.
#Luetaan muuttujan luku2 arvoa merkki kerrallaan.
for merkki in luku2_2:
    #Jos merkki on 1, lisätään kymmenjärjestelmän lukuun
    #merkkiä vastaava luvun 2 potenssi.
    if merkki == "1":
        luku10_2 += 2 ** eksponentti_2
    #Vähennetään eksponentin arvoa yhdellä.
    eksponentti_2 -= 1

summa10 = luku10_1 + luku10_2
tulo10 = luku10_1 * luku10_2

print("Summa 10-järjestelmässä:", summa10)
print("Tulo 10-järjestelmässä:", tulo10)
```

Ratkaisusta saisi lyhyemmän käyttämällä funktioita.

```
def main():
    luku2_1 = input("Anna kaksijärjestelmän luku: ")
    luku2_2 = input("Anna toinen kaksijärjestelmän luku: ")
    #Muunnetaan 2-järjestelmän luvut 10-järjestelmään.
    luku10_1 = kaksi_kympiksi(luku2_1)
    luku10_2 = kaksi_kympiksi(luku2_2)
    #Lasketaan summa ja tulo.
    summa10 = luku10_1 + luku10_2
    tulo10 = luku10_1 * luku10_2
    print("Summa 10-järjestelmässä:", summa10)
    print("Tulo 10-järjestelmässä:", tulo10)

#Muunnetaan 2-järjestelmän luku 10-järjestelmän luvuksi.
def kaksi_kympiksi(luku2):
    luku10 = 0
    #Asetetaan luvun 1 eksponentin arvo.
    eksponentti = len(luku2) - 1
    #Luetaan muuttujan luku2 arvoa merkki kerrallaan.
    for merkki in luku2:
        #Jos merkki on 1, lisätään kymmenjärjestelmän lukuun
        #merkkiä vastaava luvun 2 potenssi.
        if merkki == "1":
            luku10 += 2 ** eksponentti
        #Vähennetään eksponentin arvoa yhdellä.
        eksponentti -= 1
    return luku10

main()
```

b) Kirjoitetaan ohjelma.

```
luku2_1 = input("Anna kaksijärjestelmän luku: ")
luku2_2 = input("Anna toinen kaksijärjestelmän luku: ")

#Asetetaan luvun 1 eksponentin arvo.
eksponentti_1 = len(luku2_1) - 1

#Asetetaan kymmenjärjestelmän luvun arvoksi 0.
luku10_1 = 0

#Muunnetaan kaksijärjestelmän luku kymmenjärjestelmän luvuksi.
#Luetaan muuttujan luku2 arvoa merkki kerrallaan.
for merkki in luku2_1:
    #Jos merkki on 1, lisätään kymmenjärjestelmän lukuun
    #merkkiä vastaava luvun 2 potenssi.
    if merkki == "1":
        luku10_1 += 2 ** eksponentti_1
    #Vähennetään eksponentin arvoa yhdellä.
    eksponentti_1 -= 1

#Asetetaan luvun 2 eksponentin arvo.
eksponentti_2 = len(luku2_2) - 1

#Asetetaan kymmenjärjestelmän luvun arvoksi 0.
luku10_2 = 0

#Muunnetaan kaksijärjestelmän luku kymmenjärjestelmän luvuksi.
#Luetaan muuttujan luku2 arvoa merkki kerrallaan.
for merkki in luku2_2:
    #Jos merkki on 1, lisätään kymmenjärjestelmän lukuun
    #merkkiä vastaava luvun 2 potenssi.
    if merkki == "1":
        luku10_2 += 2 ** eksponentti_2
    #Vähennetään eksponentin arvoa yhdellä.
    eksponentti_2 -= 1

summa10 = luku10_1 + luku10_2
#Asetetaan kaksijärjestelmän luvuksi tyhjä merkkijono.
summa2 = ""
jaettava = summa10
#Muunnetaan luku kymmenjärjestelmästä kaksijärjestelmään
#jakojäännösten avulla.
while jaettava != 0:
    #Lasketaan osamäärä ja jakojäännös.
    osam = jaettava // 2
    jakoj = jaettava % 2
    #Lisätään merkkijonon luku2 alkuun jakojäännöksen arvo merkkijonona.
    summa2 = str(jakoj) + summa2
    #Asetetaan tutkittavaksi luvuksi osamäärän arvo.
    jaettava = osam

tulo10 = luku10_1 * luku10_2
#Asetetaan kaksijärjestelmän luvuksi tyhjä merkkijono.
tulo2 = ""
jaettava = tulo10
```

```
#Muunnetaan luku kymmenjärjestelmästä kaksijärjestelmään
#jakojäännösten avulla.
while jaettava != 0:
    #Lasketaan osamäärä ja jakojännös.
    osam = jaettava // 2
    jakoj = jaettava % 2
    #Lisätään merkkijonon luku2 alkuun jakojäännöksen arvo merkkijonona.
    tulo2 = str(jakoj) + tulo2
    #Asetetaan tutkittavaksi luvuksi osamäärän arvo.
    jaettava = osam

print("Summa 2-järjestelmässä:", summa2)
print("Tulo 2-järjestelmässä:", tulo2)
```

Ratkaisusta saisi lyhemmän käyttämällä funktioita.

```
def main():
    luku2_1 = input("Anna kaksijärjestelmän luku: ")
    luku2_2 = input("Anna toinen kaksijärjestelmän luku: ")
    #Muunnetaan 2-järjestelmän luvut 10-järjestelmään.
    luku10_1 = kaksi_kympiiksi(luku2_1)
    luku10_2 = kaksi_kympiiksi(luku2_2)
    #Lasketaan summa ja tulo.
    summa10 = luku10_1 + luku10_2
    tulo10 = luku10_1 * luku10_2
    #Muunnetaan 10-järjestelmän luvut 2-järjestelmään.
    summa2 = kymppi_kakkoseksi(summa10)
    tulo2 = kymppi_kakkoseksi(tulo10)
    print("Summa 2-järjestelmässä:", summa2)
    print("Tulo 2-järjestelmässä:", tulo2)

#Muunnetaan 2-järjestelmän luku 10-järjestelmän luvuksi.
def kaksi_kympiiksi(luku2):
    luku10 = 0
    #Asetetaan luvun 1 eksponentin arvo.
    eksponentti = len(luku2) - 1
    #Luetaan muuttujan luku2 arvoa merkki kerrallaan.
    for merkki in luku2:
        #Jos merkki on 1, lisätään kymmenjärjestelmän lukuun
        #merkkiä vastaava luvun 2 potenssi.
        if merkki == "1":
            luku10 += 2 ** eksponentti
        #Vähennetään eksponentin arvoa yhdellä.
        eksponentti -= 1
    return luku10

#Muunnetaan 10-järjestelmän luku 2-järjestelmän luvuksi.
def kymppi_kakkoseksi(luku10):
    #Asetetaan jaettavaksi kymmenjärjestelmän luku.
    jaettava = luku10
    #Asetetaan kaksijärjestelmän luvuksi tyhjä merkkijono.
    luku2 = ""
    while jaettava != 0:
        #Lasketaan osamäärä ja jakojäännös.
        osam = jaettava // 2
        jakoj = jaettava % 2
        #Lisätään luku2:n alkuun jakojäännöksen arvo merkkijonona.
        luku2 = str(jakoj) + luku2
        #Asetetaan tutkittavaksi luvuksi osamäärän arvo.
        jaettava = osam
    return luku2

main()
```

14.9

a) Kirjoitetaan luvun 2355 jakoyhtälö 2:lla jaettaessa ja sen jälkeen saadun osamäärän jakoyhtälö ja niin edelleen, kunnes osamäärä on 0.

Siis $2355_{10} = 100100110011_2$.

b) Muutetaan luku kymmenjärjestelmään.

$$1000011_2$$

$$= 1 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$

$$= 67$$

Siis $1000011_2 = 67_{10}$.

Vastaus

a) 100100110011_2

b) 67

14.10

Kirjoitetaan esimerkin 2 ohjelma.

```
#Ohjelma kysyy käyttäjältä kaksijärjestelmän luvun ja muuntaa sen
#kymmenjärjestelmän luvuksi.

print("Tämä ohjelma muuntaa kaksijärjestelmän luvun")
print("kymmenjärjestelmän luvuksi.")
luku2 = input("Anna kaksijärjestelmän luku: ")

#Muunnetaan kaksijärjestelmän luku kymmenjärjestelmän luvuksi.
#Asetetaan luvun 2 eksponentin arvo.
eksponentti = len(luku2) - 1

#Asetetaan kymmenjärjestelmän luvun arvoksi aluksi 0.
luku10 = 0

#Luetaan muuttujan luku2 arvoa merkki kerrallaan.
for merkki in luku2:
    #Jos merkki on 1, lisätään kymmenjärjestelmän lukuun
    #merkkiä vastaava luvun 2 potenssi.
    if merkki == "1":
        luku10 += 2 ** eksponentti
    #Vähennetään eksponentin arvoa yhdellä.
    eksponentti -= 1

print("Kaksijärjestelmän luku", luku2, "10-järjestelmän lukuna:", luku10)
```

Suoritetaan ohjelma.

Tämä ohjelma muuntaa kaksijärjestelmän luvun
kymmenjärjestelmän luvuksi.
Anna kaksijärjestelmän luku: 1010010001
Kaksijärjestelmän luku 1010010001 10-järjestelmän lukuna: 657

Vastaus

$$1010010001_2 = 657_{10}$$

14.11

Kirjoitetaan esimerkin 3 ohjelma.

```
#Ohjelma kysyy käyttäjältä positiivisen kymmenjärjestelmän luvun ja
#muuntaa sen kaksijärjestelmän luvuksi.

print("Tämä ohjelma muuntaa kymmenjärjestelmän luvun")
print("kaksijärjestelmän luvuksi.")
luku10 = int(input("Anna positiivinen kokonaisluku: "))

#Tutkitaan, onko käyttäjän antama luku virheellinen.
#Toistetaan, kunnes käyttäjä antaa positiivisen kokonaisluvun.
while luku10 <= 0:
    print("Et antanut positiivista kokonaislukua.")
    luku10 = int(input("Anna positiivinen kokonaisluku: "))

#Asetetaan jaettavaksi luvuksi kymmenjärjestelmän luku.
jaettava = luku10

#Muunnetaan 10-järjestelmän luku kaksijärjestelmään jakojäännösten avulla.
#Asetetaan kaksijärjestelmän luvuksi tyhjä merkkijono.
luku2 = ""
while jaettava != 0:
    #Lasketaan luvun osamäärä ja jakojäännös.
    osam = jaettava // 2
    jakoj = jaettava % 2
    #Lisätään merkkijonon luku2 alkuun jakojäännöksen arvo merkkijonona.
    luku2 = str(jakoj) + luku2
    #Asetetaan tutkittavaksi luvuksi osamäärän arvo.
    jaettava = osam

print("10-järjestelmän luku", luku10, "kaksijärjestelmän lukuna:", luku2)

Suoritetaan ohjelma.
```

```
Tämä ohjelma muuntaa kymmenjärjestelmän luvun
kaksijärjestelmän luvuksi.
Anna positiivinen kokonaisluku: 1000000
10-järjestelmän luku 1000000 kaksijärjestelmän lukuna: 11110100001001000000
```

Vastaus

$$1\ 000\ 000_{10} = 11110100001001000000_2$$

14.12

Muutetaan luku kymmenjärjestelmään kirjoittamalla numeromerkkejä vastaava kantaluvun 8 potenssien summa. Luvussa on 5 numeroa, joten kantaluvun 8 suurin eksponentti on 4.

$$\begin{aligned} &22771_8 \\ &= 2 \cdot 8^4 + 2 \cdot 8^3 + 7 \cdot 8^2 + 7 \cdot 8^1 + 1 \\ &= 9721 \end{aligned}$$

Siis $22771_8 = 9721_{10}$.

Vastaus

9721

14.13

a) Kirjoitetaan luvun 13 429 jakoyhtälö 8:lla jaettaessa ja sen jälkeen saadun osamäärän jakoyhtälö ja niin edelleen, kunnes osamäärä on 0.

$$\begin{aligned}13\,429 & & 13429 &= 8 \cdot 1678 + 5 \\&= 8 \cdot 1678 + 5 & 1678 &= 8 \cdot 209 + 6 \\&= 8 \cdot (8 \cdot 209 + 6) + 5 \\&= 8^2 \cdot 209 + 8 \cdot 6 + 5 & 209 &= 8 \cdot 26 + 1 \\&= 8^2 \cdot (8 \cdot 26 + 1) + 8 \cdot 6 + 5 \\&= 8^3 \cdot 26 + 8^2 \cdot 1 + 8 \cdot 6 + 5 & 26 &= 8 \cdot 3 + 2 \\&= 8^3 \cdot (8 \cdot 3 + 2) + 8^2 \cdot 1 + 8 \cdot 6 + 5 \\&= 8^4 \cdot 3 + 8^3 \cdot 2 + 8^2 \cdot 1 + 8 \cdot 6 + 5 & 3 &= 8 \cdot 0 + 3 \\&= 8^4 \cdot (8 \cdot 0 + 3) + 8^3 \cdot 2 + 8^2 \cdot 1 + 8 \cdot 6 + 5 \\&= 8^5 \cdot 0 + 8^4 \cdot 3 + 8^3 \cdot 2 + 8^2 \cdot 1 + 8 \cdot 6 + 5 \\&= 32165_8\end{aligned}$$

Siis $13\,429_{10} = 32165_8$.

b) Kirjoitetaan luvun 13 429 jakoyhtälö 16:lla jaettaessa ja sen jälkeen saadun osamäärän jakoyhtälö ja niin edelleen, kunnes osamäärä on 0.

$$\begin{aligned}13\,429 & & 13429 &= 16 \cdot 839 + 5 \\&= 16 \cdot 839 + 5 & 839 &= 16 \cdot 52 + 7 \\&= 16 \cdot (16 \cdot 52 + 7) + 5 \\&= 16^2 \cdot 52 + 16 \cdot 7 + 5 & 52 &= 16 \cdot 3 + 4 \\&= 16^2 \cdot (16 \cdot 3 + 4) + 16 \cdot 7 + 5 \\&= 16^3 \cdot 3 + 16^2 \cdot 4 + 16 \cdot 7 + 5 & 3 &= 16 \cdot 0 + 3 \\&= 16^3 \cdot (16 \cdot 0 + 3) + 16^2 \cdot 4 + 16 \cdot 7 + 5 \\&= 16^4 \cdot 0 + 16^3 \cdot 3 + 16^2 \cdot 4 + 16 \cdot 7 + 5 \\&= 3475_{16}\end{aligned}$$

Siis $13\,429_{10} = 3475_{16}$.

Vastaus

- a) 32165_8
- b) 3475_{16}

14.14

a) Kirjoitetaan ohjelma.

```
#Ohjelma kysyy käyttäjältä kahdeksanjärjestelmän luvun
#ja muuntaa sen kymmenjärjestelmän luvuksi.

print("Tämä ohjelma muuntaa kahdeksanjärjestelmän luvun")
print("kymmenjärjestelmän luvuksi.")

luku8 = input("Anna kahdeksanjärjestelmän luku: ")

#Asetetaan luku8 eksponentin arvo.
eksponentti = len(luku8) - 1

#Asetetaan kymmenjärjestelmän luvun arvoksi 0.
luku10 = 0

#Muunnetaan kahdensanjärjestelmän luku kymmenjärjestelmän luvuksi.
#Luetaan muuttujan luku8 arvoa merkki kerrallaan.
for merkki in luku8:
    luku10 += int(merkki) * 8 ** eksponentti
    #Vähennetään eksponentin arvoa yhdellä.
    eksponentti -= 1

print("8-järjestelmän luku", luku8, "10-järjestelmän lukuna:", luku10)
```

b) Suoritetaan ohjelma.

```
Tämä ohjelma muuntaa kahdeksanjärjestelmän luvun
kymmenjärjestelmän luvuksi.
Anna kahdeksanjärjestelmän luku: 23775
8-järjestelmän luku 23775 10-järjestelmän lukuna: 10237
```

Vastaus

$$23775_8 = 10\,237_{10}$$

14.15

a) Kirjoitetaan ohjelma.

```
#Ohjelma kysyy käyttäjältä positiivisen kymmenjärjestelmän luvun
#ja muuntaa sen kahdeksanjärjestelmän luvuksi.

print("Tämä ohjelma muuntaa kymmenjärjestelmän luvun")
print("kahdeksanjärjestelmän luvuksi.")

luku10 = int(input("Anna positiivinen kokonaisluku: "))

#Tutkitaan, onko käyttäjän syöte virheellinen.
#Toistetaan, kunnes käyttäjä antaa positiivisen kokonaisluvun.
while luku10 <= 0:
    print("Et antanut positiivista kokonaislukua.")
    luku10 = int(input("Anna positiivinen kokonaisluku: "))

#Asetetaan jaettavaksi kymmenjärjestelmän luku.
jaettava = luku10

#Asetetaan kahdensanjärjestelmän luvuksi tyhjä merkkijono.
luku8 = ""

#Muunnetaan luku kymmenjärjestelmästä kahdeksanjärjestelmään
#jakojäännösten avulla.
while jaettava != 0:
    #Lasketaan osamäärä ja jakojäännös.
    osam = jaettava // 8
    jakoj = jaettava % 8
    #Lisätään merkkijonon luku8 alkuun jakojäännöksen arvo merkkijonona.
    luku8 = str(jakoj) + luku8
    #Asetetaan tutkittavaksi luvuksi osamäärän arvo.
    jaettava = osam

print("10-järjestelmän luku", luku10, "8-järjestelmän lukuna:", luku8)
```

b) Suoritetaan ohjelma.

Tämä ohjelma muuntaa kymmenjärjestelmän luvun
kahdeksanjärjestelmän luvuksi.
Anna positiivinen kokonaisluku: 577220
10-järjestelmän luku 577220 8-järjestelmän lukuna: 2147304

Vastaus

b) $23775_8 = 10\,237_{10}$

14.16

a) Muutetaan luku kymmenjärjestelmään.

$$23AB4_{16}$$

$$= 2 \cdot 16^4 + 3 \cdot 16^3 + 10 \cdot 16^2 + 11 \cdot 16^1 + 4$$

$$= 146\,100$$

Siis $23AB4_{16} = 146\,100_{10}$.

b) Muutetaan luku 146 100 edelleen kaksijärjestelmään. Kirjoitetaan allekkain jakoyhtälöt 2:lla jaettaessa ja luetaan tulos jakojäännöksistä alhaalta ylöspäin.

$$146\,100 = 2 \cdot 73\,050 + 0$$

$$73\,050 = 2 \cdot 36\,525 + 0$$

$$36\,525 = 2 \cdot 18\,262 + 1$$

$$18\,262 = 2 \cdot 9\,131 + 0$$

$$9\,131 = 2 \cdot 4\,565 + 1$$

$$4\,565 = 2 \cdot 2\,282 + 1$$

$$2\,282 = 2 \cdot 1\,141 + 0$$

$$1\,141 = 2 \cdot 570 + 1$$

$$570 = 2 \cdot 285 + 0$$

$$285 = 2 \cdot 142 + 1$$

$$142 = 2 \cdot 71 + 0$$

$$71 = 2 \cdot 35 + 1$$

$$35 = 2 \cdot 17 + 1$$

$$17 = 2 \cdot 8 + 1$$

$$8 = 2 \cdot 4 + 0$$

$$4 = 2 \cdot 2 + 0$$

$$2 = 2 \cdot 1 + 0$$

$$1 = 2 \cdot 0 + 1$$



Jakojäännösten perusteella $23AB4_{16} = 100011101010110100_2$.

Vastaus

a) 146 100

b) 100011101010110100_2

14.17

a) Kirjoitetaan vasemmalle puolelle kantaluvun potenssien summa ja ratkaistaan syntyvä yhtälö.

$$421_k = 507_{10}$$

$$4 \cdot k^2 + 2 \cdot k + 1 = 507 \quad | -507$$

$$4k^2 + 2k - 506 = 0$$

$$k = \frac{-2 \pm \sqrt{2^2 - 4 \cdot 4 \cdot (-506)}}{2 \cdot 4}$$

$$= \frac{-2 \pm 90}{8} = \begin{cases} \frac{-2 + 90}{8} = 11 \\ \frac{-2 - 90}{8} = -11,5 \end{cases}$$

Kantaluvun tulee olla positiivinen kokonaisluku, joten $k = 11$.

b) Kirjoitetaan molemmille puolille kantalukujen potenssien summa ja ratkaistaan syntyvä yhtälö.

$$345_k = 254_{k+1}$$

$$3 \cdot k^2 + 4 \cdot k + 5 = 2 \cdot (k+1)^2 + 5 \cdot (k+1) + 4$$

$$3k^2 + 4k + 5 = 2(k^2 + 2k + 1) + 5(k+1) + 4$$

$$3k^2 + 4k + 5 = 2k^2 + 4k + 2 + 5k + 5 + 4 \quad | -2k^2 - 9k - 11$$

$$k^2 - 5k - 6 = 0$$

$$k = \frac{-(-5) \pm \sqrt{(-5)^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-6)}}{2 \cdot 1}$$

$$= \frac{5 \pm 7}{2} = \begin{cases} \frac{5+7}{2} = 6 \\ \frac{5-7}{2} = -1 \end{cases}$$

Kantaluvun tulee olla positiivinen kokonaisluku, joten $k = 6$.

Vastaus

a) $k = 11$

b) $k = 6$

14.18

a) Kirjoitetaan vasemmalle puolelle kantaluvin potenssien summa ja ratkaistaan syntyvä yhtälö.

$$ABxD_{16} = 43789_{10}$$

$$10 \cdot 16^3 + 11 \cdot 16^2 + x \cdot 16^1 + 13 = 43789$$

$$16x + 43789 = 43789 \quad | -43789$$

$$16x = 0 \quad | :16$$

$$x = 0$$

Ratkaisu $x = 0$ kelpaa 16-järjestelmän numeromerkiksi.

b) Kirjoitetaan molemmille puolille kantalukujen potenssien summa ja ratkaistaan syntyvä yhtälö.

$$500x2_8 = 20x22_{10}$$

$$5 \cdot 8^4 + 0 \cdot 8^3 + 0 \cdot 8^2 + x \cdot 8^1 + 2 = 2 \cdot 10^4 + 0 \cdot 10^3 + x \cdot 10^2 + 2 \cdot 10^1 + 2$$

$$20482 + 8x = 100x + 20022 \quad | -100x - 20482$$

$$-92x = -460 \quad | :(-92)$$

$$x = 5$$

Ratkaisu $x = 5$ kelpaa kummankin järjestelmän numeromerkiksi.

Vastaus

a) $x = 0$

b) $x = 5$

14.19

a) Kirjoitetaan ohjelma.

```
#Ohjelma kysyy käyttäjältä positiivisen kymmenjärjestelmän luvun
#ja muuntaa sen kuusitoistajärjestelmän luvuksi.

print("Tämä ohjelma muuntaa kymmenjärjestelmän luvun")
print("kuusitoistajärjestelmän luvuksi.")

luku10 = int(input("Anna positiivinen kokonaisluku: "))

#Tutkitaan, onko käyttäjän syöte virheellinen.
#Toistetaan, kunnes käyttäjä antaa positiivisen kokonaisluvun.
while luku10 <= 0:
    print("Et antanut positiivista kokonaislukua.")
    luku10 = int(input("Anna positiivinen kokonaisluku: "))

#Asetetaan jaettavaksi kymmenjärjestelmän luku.
jaettava = luku10

#Asetetaan kuusitoistajärjestelmän luvuksi tyhjä merkkijono.
luku16 = ""

#Muunnetaan luku kymmenjärjestelmästä kuusitoistajärjestelmään
#jakojäännösten avulla.
while jaettava != 0:
    #Lasketaan osamäärä ja jakojäännös.
    osam = jaettava // 16
    jakoj = jaettava % 16
    #Lisätään merkkijonon luku16 alkuun jakojäännöksen arvo merkkijonona.
    if jakoj == 10:
        jakoj = "A"
    elif jakoj == 11:
        jakoj = "B"
    elif jakoj == 12:
        jakoj = "C"
    elif jakoj == 13:
        jakoj = "D"
    elif jakoj == 14:
        jakoj = "E"
    elif jakoj == 15:
        jakoj = "F"
    else:
        jakoj = str(jako)

    luku16 = jakoj + luku16
    #Asetetaan tutkittavaksi luvuksi osamäärän arvo.
    jaettava = osam

print("10-järjestelmän luku", luku10,"16-järjestelmän lukuna:", luku16)
```

b) Suoritetaan ohjelma.

Tämä ohjelma muuntaa kymmenjärjestelmän luvun kuusitoistajärjestelmän luvuksi.

Anna positiivinen kokonaisluku: 577220

10-järjestelmän luku 577220 16-järjestelmän lukuna: 8CEC4

Vastaus

b) $577\,220_{10} = 8\text{CEC}4_{16}$

14.15

a) Kirjoitetaan ohjelma.

```
#Ohjelma kysyy käyttäjältä kaksijärjestelmän luvun
#ja muuntaa sen kahdeksanjärjestelmän luvuksi.

print("Tämä ohjelma muuntaa kaksijärjestelmän luvun")
print("kahdeksanjärjestelmän luvuksi.")

luku2 = input("Anna kaksijärjestelmän luku: ")

#Asetetaan luvun 2 eksponentin arvo.
eksponentti = len(luku2) - 1

#Asetetaan kymmenjärjestelmän luvun arvoksi 0.
luku10 = 0

#Muunnetaan kaksijärjestelmän luku kymmenjärjestelmän luvuksi.
#Luetaan muuttujan luku2 arvoa merkki kerrallaan.
for merkki in luku2:
    luku10 += int(merkki) * 2 ** eksponentti
    #Vähennetään eksponentin arvoa yhdellä.
    eksponentti -= 1

#Muunnetaan kymmenjärjestelmän luku kahdeksanjärjestelmän luvuksi.

#Asetetaan jaettavaksi kymmenjärjestelmän luku.
jaettava = luku10

#Asetetaan kahdeksanjärjestelmän luvuksi tyhjä merkkijono.
luku8 = ""

#Muunnetaan luku kymmenjärjestelmästä kahdeksanjärjestelmään
#jakojäännösten avulla.
while jaettava != 0:
    #Lasketaan osamäärä ja jakojäännös.
    osam = jaettava // 8
    jakoj = jaettava % 8
    #Lisätään merkkijonon luku8 alkuun jakojäännöksen arvo merkkijonona.
    luku8 = str(jakoj) + luku8
    #Asetetaan tutkittavaksi luvuksi osamäärän arvo.
    jaettava = osam

print("2-järjestelmän luku", luku2, "8-järjestelmän lukuna:", luku8)
```

b) Suoritetaan ohjelma.

Tämä ohjelma muuntaa kaksijärjestelmän luvun kahdeksanjärjestelmän luvuksi.

Anna kaksijärjestelmän luku: 11101

2-järjestelmän luku 11101 8-järjestelmän lukuna: 35

Vastaus

b) $11101_2 = 35_8$

14.15

a) Kirjoitetaan ohjelma.

```
#Ohjelma kysyy käyttäjältä kantaluvun k sekä positiivisen
#kymmenjärjestelmän luvun ja muuntaa sen k-järjestelmän luvuksi.

print("Tämä ohjelma muuntaa kymmenjärjestelmän luvun")
print("k-järjestelmän luvuksi.")

k = int(input("Anna kantaluku k joukosta {2, 3, ..., 9}: "))

#Tutkitaan, onko käyttäjän syöte virheellinen.
#Toistetaan niin kauan kuin syöte on virheellinen.
while k < 2 or k > 9:
    print("Et antanut lukua joukosta {2, 3,..., 9}.")
    luku10 = int(input("Anna kantaluku k joukosta {2, 3, ..., 9}: "))

luku10 = int(input("Anna positiivinen kokonaisluku: "))

#Tutkitaan, onko käyttäjän syöte virheellinen.
#Toistetaan, kunnes käyttäjä antaa positiivisen kokonaisluvun.
while luku10 <= 0:
    print("Et antanut positiivista kokonaislukua.")
    luku10 = int(input("Anna positiivinen kokonaisluku: "))

#Asetetaan jaettavaksi kymmenjärjestelmän luku.
jaettava = luku10

#Asetetaan k-järjestelmän luvuksi tyhjä merkkijono.
luku_k = ""

#Muunnetaan luku kymmenjärjestelmästä k-järjestelmään
#jakojäännösten avulla.
while jaettava != 0:
    #Lasketaan osamäärä ja jakojäännös.
    osam = jaettava // k
    jakoj = jaettava % k
    #Lisätään merkkijonon luku_k alkuun jakojäännöksen arvo merkkijonona.
    luku_k = str(jakoj) + luku_k
    #Asetetaan tutkittavaksi luvuksi osamäärän arvo.
    jaettava = osam

print("10-järjestelmän luku", luku10,"k-järjestelmän lukuna:", luku_k)
```


b) Suoritetaan ohjelma.

Tämä ohjelma muuntaa kymmenjärjestelmän luvun
k-järjestelmän luvuksi.

Anna kantaluku k joukosta $\{2, 3, \dots, 9\}$: 5

Anna positiivinen kokonaisluku: 443388

10-järjestelmän luku 443388 5-järjestelmän lukuna: 103142023

Vastaus

b) $443\,388_{10} = 103142023_5$

14.22

a) Muunnetaan luku kymmenjärjestelmään.

$$\begin{aligned} &1100,101_2 \\ &= 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 + 1 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} \\ &= 12,625 \end{aligned}$$

Siis $1100,101_2 = 12,625_{10}$.

b) Muunnetaan luku kymmenjärjestelmään.

$$\begin{aligned} &4466,254_8 \\ &= 4 \cdot 8^3 + 4 \cdot 8^2 + 6 \cdot 8^1 + 6 + 2 \cdot 8^{-1} + 5 \cdot 8^{-2} + 4 \cdot 8^{-3} \\ &= 2358,3359375 \end{aligned}$$

Siis $4466,254_8 = 2358,3359375_{10}$.

c) Muunnetaan luku kymmenjärjestelmään.

$$\begin{aligned} &5D0F,3CC_{16} \\ &= 5 \cdot 16^3 + 13 \cdot 16^2 + 0 \cdot 16^1 + 15 + 3 \cdot 16^{-1} + 12 \cdot 16^{-2} + 12 \cdot 16^{-3} \\ &= 23823,2373046875 \end{aligned}$$

Siis $5D0F,3CC_{16} = 23\,823,2373046875_{10}$.

Vastaus

- a) 12,625
- b) 2358,3359375
- c) 23 823,2373046875

14.23

a) Kirjoitetaan ohjelma.

```
#Ohjelma kysyy käyttäjältä kaksijärjestelmän luvun
#ja muuntaa sen kymmenjärjestelmän luvuksi.

print("Tämä ohjelma muuntaa kaksijärjestelmän luvun")
print("kymmenjärjestelmän luvuksi.")

luku2 = input("Anna kaksijärjestelmän luku: ")

#Asetetaan muuttujan ok_luku arvoksi False.
ok_luku = False

#Tutkitaan, onko käyttäjän syöte virheellinen.
while ok_luku == False:
    #Asetetaan muuttujan ok_luku arvoksi True.
    ok_luku = True
    #Luetaan muuttujan luku2 arvoa merkki kerrallaan.
    for merkki in luku2:
        #Tutkitaan, onko merkki eri suuri kuin 0 ja 1.
        if merkki != "0" and merkki != "1":
            print("Et antanut kaksijärjestelmän lukua.")
            luku2 = input("Anna kaksijärjestelmän luku: ")
            #Asetetaan muuttujan ok_luku arvoksi False.
            ok_luku = False
            #Keskeytetään for-silmukan toiminta.
            break

#Asetetaan luvun 2 eksponentin arvo.
eksponentti = len(luku2) - 1

#Asetetaan kymmenjärjestelmän luvun arvoksi 0.
luku10 = 0

#Muunnetaan kaksijärjestelmän luku kymmenjärjestelmän luvuksi.
#Luetaan muuttujan luku2 arvoa merkki kerrallaan.
for merkki in luku2:
    #Jos merkki on 1, lisätään kymmenjärjestelmän lukuun
    #merkkiä vastaava luvun 2 potenssi.
    if merkki == "1":
        luku10 += 2 ** eksponentti
    #Vähennetään eksponentin arvoa yhdellä.
    eksponentti -= 1

print("2-järjestelmän luku", luku2, "10-järjestelmän lukuna:", luku10)
```

b) Kirjoitetaan ohjelma.

```
#Ohjelma kysyy käyttäjältä kaksijärjestelmän luvun
#ja muuntaa sen kymmenjärjestelmän luvuksi.

print("Tämä ohjelma muuntaa kaksijärjestelmän luvun")
print("kymmenjärjestelmän luvuksi.")

luku2 = input("Anna kaksijärjestelmän luku: ")
luku2_kopio = luku2

#Asetetaan muuttujan ok_luku arvoksi False.
ok_luku = False

#Tutkitaan, onko käyttäjän syöte virheellinen.
while ok_luku == False:
    #Asetetaan muuttujan ok_luku arvoksi True.
    ok_luku = True
    #Asetetaan muuttujan pilkut alkuarvoksi 0.
    pilkut = 0
    #Luetaan muuttujan luku2 arvoa merkki kerrallaan.
    for merkki in luku2:
        #Lasketaan pilkkujen määrä.
        if merkki == ",":
            pilkut += 1
        #Tutkitaan, onko merkki eri suuri kuin 0 ja 1 ja ,
        #tai onko pilkkuja enemmän kuin 1.
        if merkki != "0" and merkki != "1" and merkki != "," or pilkut > 1:
            print("Et antanut kaksijärjestelmän lukua.")
            luku2 = input("Anna kaksijärjestelmän luku: ")
            #Asetetaan muuttujan ok_luku arvoksi False.
            ok_luku = False
            #Keskeytetään for-silmukan toiminta.
            break

#Asetetaan luvun 2 eksponentin arvo.
if pilkut == 1:
    eksponentti = -1
    for merkki in luku2:
        #Jos merkki on ",", silmukan suoritus päättyy.
        if merkki == ",":
            break
    else:
        eksponentti += 1
else:
    eksponentti = len(luku2) - 1

#Asetetaan kymmenjärjestelmän luvun arvoksi 0.
luku10 = 0
```

```

#Muunnetaan kaksijärjestelmän luku kymmenjärjestelmän luvuksi.
#Luetaan muuttujan luku2 arvoa merkki kerrallaan.
for merkki in luku2:
    #Jos merkki on 1, lisätään kymmenjärjestelmän lukuun
    #merkkiä vastaava luvun 2 potenssi.
    if merkki == "1":
        luku10 += 2 ** eksponentti
    #Jos merkki on ",", lisätään eksponenttia yhdellä, että se
    #on oikein.
    if merkki == ",":
        eksponentti += 1
    #Vähennetään eksponentin arvoa yhdellä.
    eksponentti -= 1

print("2-järjestelmän luku", luku2_kopio, "10-järjestelmän lukuna:", luku10)

```

c) Suoritetaan ohjelma.

Tämä ohjelma muuntaa kaksijärjestelmän luvun kymmenjärjestelmän luvuksi.
 Anna kaksijärjestelmän luku: 10111,01101
 2-järjestelmän luku 10111,01101 10-järjestelmän lukuna: 23.40625

Vastaus

c) $10111,01101_2 = 23,40625_{10}$

14.24

Luvut x ja y ovat kaksinumeroisia, joten ne ovat muotoa
 $x = ab_{10} = 10a + b$ ja $y = cd_{10} = 10c + d$.

Kun luku x kirjoitetaan luvun y eteen, syntyy nelinumeroinen luku
 $abcd_{10} = 1000a + 100b + 10c + d = 100(10a + b) + (10c + d) = 100x + y$.

Nyt annetuista tiedoista saadaan yhtälöpari, joka voidaan ratkaista CAS-laskimella.

$$\begin{cases} xy = 930 \\ 100x + y = y \cdot 25 + 12 \end{cases}$$

$$x = -\frac{372}{25} \text{ ja } y = -\frac{125}{2} \text{ tai } x = 15 \text{ ja } y = 62$$

Luvut ovat kaksinumeroisia (kokonaislukuja), joten $x = 15$ ja $y = 62$.

Vastaus

$$x = 15 \text{ ja } y = 62$$

14.25

a) Kirjoitetaan ohjelma.

```
#Ohjelma kysyy käyttäjältä kantaluvi k ja l ja muuntaa k-järjestelmän luvun
#l-järjestelmän luvuksi.

print("Tämä ohjelma muuntaa k-järjestelmän luvun")
print("l-järjestelmän luvuksi.")

k = int(input("Anna kantaluku k joukosta {2, 3, ..., 10}: "))

#Tutkitaan, onko käyttäjän syöte virheellinen.
while k < 2 or k > 10:
    print("Annoit virheellisen kantaluvi k.")
    k = int(input("Anna kantaluku k joukosta {2, 3, ..., 10}: "))

l = int(input("Anna kantaluku l joukosta {2, 3, ..., 10}: "))

#Tutkitaan, onko käyttäjän syöte virheellinen.
while l < 2 or l > 10:
    print("Annoit virheellisen kantaluvi l.")
    l = int(input("Anna kantaluku k joukosta {2, 3, ..., 10}: "))

luku_k = input(f"Anna {k}-järjestelmän luku: ")

#Asetetaan luku_k:n eksponentin arvo.
eksponentti = len(luku_k) - 1

#Asetetaan kymmenjärjestelmän luvun arvoksi 0.
luku_l0 = 0

#Muunnetaan k-järjestelmän luku kymmenjärjestelmän luvuksi.
#Luetaan muuttujan luku_k arvoa merkki kerrallaan.
for merkki in luku_k:
    luku_l0 += int(merkki) * k ** eksponentti
    #Vähennetään eksponentin arvoa yhdellä.
    eksponentti -= 1

#Muunnetaan kymmenjärjestelmän luku l-järjestelmän luvuksi.
#Asetetaan jaettavaksi kymmenjärjestelmän luku.
jaettava = luku_l0

#Asetetaan l-järjestelmän luvuksi tyhjä merkkijono.
luku_l = ""

#Muunnetaan luku kymmenjärjestelmästä l-järjestelmään
#jakojäännösten avulla.
while jaettava != 0:
    #Lasketaan osamäärä ja jakojäännös.
    osam = jaettava // l
    jakoj = jaettava % l
    #Lisätään merkkijonon luku_l alkuun jakojäännöksen arvo merkkijonona.
    luku_l = str(jakoj) + luku_l
    #Asetetaan tutkittavaksi luvuksi osamäärän arvo.
    jaettava = osam

print(f"{k}-järjestelmän luku {luku_k} {l}-järjestelmän lukuna: {luku_l}")
```

b) Suoritetaan ohjelma.

Tämä ohjelma muuntaa k-järjestelmän luvun
1-järjestelmän luvuksi.

Anna kantaluku k joukosta $\{2, 3, \dots, 10\}$: 6

Anna kantaluku l joukosta $\{2, 3, \dots, 10\}$: 3

Anna 6-järjestelmän luku: 33451

6-järjestelmän luku 33451 3-järjestelmän lukuna: 20110111

Vastaus

b) $33451_6 = 20110111_3$