

# Endimensionell analys

## HT-2015

Emil Wihlander  
dat15ewi@student.lu.se

2015-09-23

# Kapitel 1: Grundläggande begrepp och terminologi

Om jag skriver ”alla tal” syftar jag på alla reella tal.

## Talsystem

### 1.1 a) (s. 1)

De naturliga talen ( $\mathbb{N}$ ) innefattar alla heltal som är noll eller större.  
 $\frac{6}{2} = 3$ ,  $\frac{3}{0.1} = 30$ ,  $\frac{0}{5} = 0$ .

Svar:

$$\frac{6}{2}, 0, 3, \frac{3}{0.1}, \frac{0}{5}$$

### b) (s. 1)

De hela talen ( $\mathbb{Z}$ ) inkluderar de naturliga talen ( $\mathbb{N}$ ) samt alla negativa heltal.  $-\frac{0.3}{0.02} = -15$ .

Svar:

$$\frac{6}{2}, 0, 3, -3, \frac{3}{0.1}, -\frac{0.3}{0.02}, \frac{0}{5}$$

### c) (s. 2)

Rationella tal ( $\mathbb{Q}$ ) är tal som kan skrivas som bråk (inkluderar de hela talen ( $\mathbb{Z}$ )).  $3 = \frac{3}{1}$  osv...

Svar:

$$\frac{6}{2}, 0, 3, -3, \frac{3}{0.1}, \frac{3}{5}, \frac{5}{3}, -\frac{0.3}{0.02}, \frac{0}{5}$$

### d) (s. 2)

Reella tal ( $\mathbb{R}$ ) är alla ”vanliga” tal (inte de komplexa talen ( $\mathbb{C}$ )).

Svar:

$$\frac{6}{2}, 0, 3, -3, \frac{3}{0.1}, \frac{3}{5}, \frac{5}{3}, \sqrt{2}, -\frac{0.3}{0.02}, \frac{0}{5}, \pi$$

### 1.2 (saknar sida)

Alla tal med ändligt antal decimaler kan skrivas som rationella tal ( $1.41421 = \frac{141421}{100000}$ ). Vi antar att ett irrationellt tal  $i$  plus ett rationellt tal  $r_1$  blir det rationella talet  $r_2$ .  $i + r_1 = r_2 \Rightarrow i = r_2 - r_1$ . Eftersom alla bråk går att skriva ihop som ett bråk stämmer inte antagandet. Svaret måste alltså bli irrationellt.

Svar: Nej, båda blir irrationella.

## Mängder och intervall

### 1.3 (s. 4)

$M_1 = \{-1, 1\}$ , eftersom  $(-1)^2 = 1$  och  $1^2 = 1$ .

$M_2$  är alla tal större än eller lika med 0.

$M_3$  är alla tal större än eller lika med 1.

$M_4 = \mathbb{R}$ , eftersom alla reella tal upphöjt i 2 är positivt.

Eftersom  $M_4$  är alla tal ingår  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  i mängden.  $M_3$  är även en delmängd av  $M_2$ .

**Svar:**

$$M_1 \subseteq M_4, \quad M_3 \subseteq M_2 \subseteq M_4$$

## Implikationer och ekvivalens

### 1.4 (s. 5-6)

Eftersom  $x^2 < 16 = -4 < x < 4$  så betyder det att  $A$  och  $C$  är ekvivalenta och eftersom  $x$  alltid är större än  $-4$  i  $C$  implicerar både  $A$  och  $C$   $B$ .

**Svar:**

$$A \Leftrightarrow C, \quad C \Rightarrow B, \quad A \Rightarrow B$$

### 1.5 a) (s. 5-6)

Om  $A$  är sant är  $B$  sant men om  $B$  är sant behöver inte  $A$  vara sant. Detta eftersom  $a = 1$ ,  $b = -1$  är sant för  $B$  men inte för  $A$ .  $A$  implicerar alltså  $B$ .  $C$  går att förenkla till  $a = b$  genom att dela på  $b$  det medför dock att  $b \neq 0$ . Eftersom en lösning är att  $b = 0$ ,  $a \in \mathbb{R}$  så är de inte ekvivalenta utan  $A$  implicerar  $C$ .  $C$  och  $B$  är skilda från varandra eftersom inget av de två ovan nämnda fallen passar in på båda utsagorna.

**Svar:**

$$A \Rightarrow B, \quad A \Rightarrow C$$

### b) (s. 5-6)

Eftersom specialfallen som nämns i a) båda kräver tal som är mindre än eller lika med 0 (och att det inte finns andra specialfall) är  $A$ ,  $B$  och  $C$  ekvivalenta. Om man kvadrerar båda sidorna i  $D$  får man  $A$  vilket medför att även  $D$  är ekvivalent med alla andra utsagor.

**Svar:** Alla utsagor är ekvivalenta.

### 1.6 (s. 5-6)

$A$  ger sant för alla tal större än noll.  $B$  ger sant för alla tal utom noll.  $C$  ger sant för alla tal utom noll.  $D$  ger sant för alla tal större än noll.

$A$  och  $D$  är alltså ekvivalenta, lika så  $B$  och  $C$ .  $A \subseteq B$  medför då att  $A$  och  $D$  implicerar både  $B$  och  $C$ .

**Svar:**

$$A \Rightarrow B, \quad A \Rightarrow C, \quad D \Rightarrow B, \quad D \Rightarrow C, \quad A \Leftrightarrow D, \quad B \Leftrightarrow C$$

1.7 (s. 5-6)

$$A: x^2 - 3x + 2 = 0 \rightarrow x = \frac{3}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4}} \rightarrow x_1 = 2, \quad x_2 = 1$$

$$B: |x - 2| = 1 \rightarrow x = \pm 1 + 2 \rightarrow x_1 = 1, \quad x_2 = 3$$

$$C: x \geq 1$$

$$D: \ln x + \ln(x^3) = 0 \rightarrow x = 1$$

$D$  ingår i alla andra vilket medför att  $D$  implicerar alla andra. Eftersom svaren i både  $A$  och  $B$  är större än eller lika med 1 implicerar  $A$  och  $B$   $C$ .

**Svar:**

$$D \Rightarrow A, \quad D \Rightarrow B, \quad D \Rightarrow C, \quad A \Rightarrow C, \quad B \Rightarrow C$$

1.8 (s. 5-6)

$$A: x \geq 0$$

$$B: \ln x \geq 0 \Leftrightarrow x \geq 1$$

$$C: e^x \geq 0 \Leftrightarrow x \in \mathbb{R}$$

$$D: |x - 2| < 1 \Leftrightarrow x - 2 < 1, \quad x - 2 > -1 \Leftrightarrow 1 < x < 3$$

Alla implicerar  $C$  eftersom  $C$  är alla tal.  $D$  är en delmängd av  $B$  som i sin tur är en delmängd av  $A$ .  $D$  implicerar alltså  $A$  och  $B$  och  $B$  implicerar  $A$ .

**Svar:**

$$A \Rightarrow C, \quad D \Rightarrow A, \quad B \Rightarrow A, \quad D \Rightarrow B, \quad D \Rightarrow C, \quad B \Rightarrow C$$

1.9 (s. 5-6)

$$A : |x| > 0 \Leftrightarrow x \neq 0$$

$$B : e^x > 1 \Leftrightarrow x > 0$$

$$C : \cos x \leq 1 \Leftrightarrow x \in \mathbb{R}$$

$$D : \ln(1+x^2) > 0 \Leftrightarrow 1+x^2 > e^0 \Leftrightarrow x^2 > 1-1 \Leftrightarrow x \neq 0$$

$B \Rightarrow A$  är alltså sant ( $x > 0 \subseteq x \neq 0$ ),  $A$  och  $B$  är alltså inte samma mängd.  $C$  implicerar inte  $D$  eftersom  $C$  innehåller 0 vilket  $D$  inte gör.  $A$  och  $D$  är däremot ekvivalenta och implicerar  $C$ .

**Svar:**

$$B \Rightarrow A, \quad A \Rightarrow C, \quad A \Leftrightarrow D$$

1.10 (s. 5-6)

Låt  $x$  representera antalet pojkar som finns i varje utsaga ( $0 \leq x \leq 10$ ,  $x \in \mathbb{N}$ ).

$$A : x = 5$$

$$B : x \leq 4$$

$$C : x \geq 3$$

$$D : x \geq 5$$

$$E : x \leq 8$$

$A$  är alltså en delmängd av  $C$ ,  $D$  och  $E$ .  $B$  är en delmängd av  $E$  och  $D$  är en delmängd av  $C$ .

**Svar:**

$$A \Rightarrow C, \quad A \Rightarrow D, \quad A \Rightarrow E, \quad B \Rightarrow E, \quad D \Rightarrow C$$

1.11 (s. 5-6)

Eftersom en kvadrat är ett specifikt fall av romber, en romb är ett specifikt fall av parallelogram och en parallelogram är ett specifikt fall av parallelltrapetser  $E \Rightarrow B$ ,  $E \Rightarrow A$ ,  $E \Rightarrow C$ ,  $B \Rightarrow A$ ,  $B \Rightarrow C$ ,  $A \Rightarrow C$ .

Eftersom en kvadrat är ett specifikt fall av rektanglar och en rektangel är ett specifikt fall av parallelogram osv.  $E \Rightarrow D$ ,  $D \Rightarrow A$ ,  $D \Rightarrow C$ . (Se def. för figurerna).

**Svar:**

$$A \Rightarrow C, \quad B \Rightarrow A, \quad B \Rightarrow C, \quad D \Rightarrow A, \quad D \Rightarrow C, \quad E \Rightarrow A, \quad E \Rightarrow C, \quad E \Rightarrow B, \quad E \Rightarrow D$$

## Kapitel 2: Algebra

### Räkneoperationer för reella tal

#### 2.1 a) (s. 10-11)

Två alternativa lösningsmetoder:

$$(x+3)(x-3) - (x+3)^2 = \cancel{x^2} - 9 - (\cancel{x^2} + 6x + 9) = -6x - 18$$

eller

$$(x+3)(x-3) - (x+3)^2 = (x+3)((\cancel{x}-3) - (\cancel{x}+3)) = -6(x+3) = -6x - 18$$

**Svar:**  $-6x - 18$

#### b) (s. 10-11)

Två alternativa lösningsmetoder:

$$(x+3)(x-3) - (x-3)^2 = \cancel{x^2} - 9 - (\cancel{x^2} - 6x + 9) = 6x - 18$$

eller

$$(x+3)(x-3) - (x-3)^2 = (x-3)((\cancel{x}+3) - (\cancel{x}-3)) = 6(x-3) = 6x - 18$$

**Svar:**  $6x - 18$

#### c) (s. 10-11)

$$(3x+5)^2 - (3x-5)^2 = \cancel{9x^2} + 30x + \cancel{25} - (\cancel{9x^2} - 30x + \cancel{25}) = 60x$$

**Svar:**  $60x$

#### 2.2 (saknar sida)

$$(a-b)^3 = a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3$$

**Svar:** Varannan term är positiv och varannan negativ och antalet av varje term följer Pascals triangel.

#### 2.3 (s. 11)

Se konjugatregeln samt tipset till uppgiften.

$$\begin{aligned}(a+b)(a^2+b^2)(a^4+b^4)(a^8+b^8)(a^{16}+b^{16}) &= \frac{a^{32}-b^{32}}{a-b} \\(a^2-b^2)(a^2+b^2)(a^4+b^4)(a^8+b^8)(a^{16}+b^{16}) &= a^{32}-b^{32} \\(a^4-b^4)(a^4+b^4)(a^8+b^8)(a^{16}+b^{16}) &= a^{32}-b^{32} \\(a^8-b^8)(a^8+b^8)(a^{16}+b^{16}) &= a^{32}-b^{32} \\(a^{16}-b^{16})(a^{16}+b^{16}) &= a^{32}-b^{32} \\a^{32}-b^{32} &= a^{32}-b^{32} \\a^{32}-b^{32} &= a^{32}-b^{32} \quad VSB.\end{aligned}$$

#### 2.4 (s. 12)

faktorisera och förenkla:

$$\begin{aligned}\frac{2}{7} \\ \frac{4}{9} &= \frac{2 * 2}{3 * 3} = \frac{4}{9} \\ \frac{4}{14} &= \frac{\cancel{2} * 2}{\cancel{2} * 7} = \frac{2}{7} \\ \frac{48}{168} &= \frac{2 * \cancel{2} * \cancel{2} * \cancel{2} * 3}{\cancel{2} * \cancel{2} * \cancel{2} * 3 * 7} = \frac{2}{7} \\ \frac{24}{84} &= \frac{2 * \cancel{2} * \cancel{2} * 3}{\cancel{2} * \cancel{2} * 3 * 7} = \frac{2}{7}\end{aligned}$$

multiplicera med 1000000 (flytta decimaltecknet 6 steg):

$$\frac{0.00002}{0.000007} = \frac{20}{7}$$

**Svar:**

$$\frac{2}{7}, \frac{4}{14}, \frac{48}{168}, \frac{24}{84}$$

2.5 a) (s. 12-14)

$$\frac{1}{7} - \left( \frac{15}{14} + \frac{1}{2} \right) = \frac{2}{14} - \left( \frac{15}{14} + \frac{7}{14} \right) = \frac{2}{14} - \frac{22}{14} = -\frac{20}{14} = -\frac{10}{7}$$

**Svar:**

$$-\frac{10}{7}$$

b) (s. 12-14)

$$\frac{5}{6} - \left( \frac{3}{4} + \frac{1}{3} \right) = \frac{10}{12} - \left( \frac{9}{12} + \frac{4}{12} \right) = \frac{10}{12} - \frac{13}{12} = -\frac{3}{12} = -\frac{1}{4}$$

**Svar:**

$$-\frac{1}{4}$$

2.6 a) (s. 12-14)

Faktorisera, hitta minsta gemensamma nämnare och förläng.

$$\begin{aligned}\frac{1}{60} + \frac{1}{108} - \frac{1}{72} &= \frac{1}{5 * 3 * 2 * 2} + \frac{1}{9 * 3 * 2 * 2} - \frac{1}{6 * 3 * 2 * 2} = \\ &= \frac{1 * 9 * 6}{5 * 12 * 9 * 6} + \frac{1 * 5 * 6}{9 * 12 * 5 * 6} - \frac{1 * 9 * 5}{6 * 12 * 9 * 5} = \\ &= \frac{54}{3240} + \frac{30}{3240} - \frac{45}{3240} = \frac{39}{3240} = \frac{13}{1080}\end{aligned}$$

Svar:

$$\frac{13}{1080}$$

b) (s. 12-14)

Faktorisera, hitta minsta gemensamma nämnare och förläng.

$$\frac{3}{4} - \frac{5}{6} + \frac{1}{9} = \frac{27}{36} - \frac{30}{36} + \frac{4}{36} = \frac{1}{36}$$

Svar:

$$\frac{1}{36}$$

c) (s. 12-14)

Faktorisera, hitta minsta gemensamma nämnare och förläng stegvis.

$$\frac{1}{35} - \frac{1}{25} + \frac{1}{63} - \frac{1}{245} = \frac{6}{245} - \frac{1}{25} + \frac{1}{63} = \frac{89}{2205} - \frac{1}{25} = \frac{445}{11025} - \frac{441}{11025} = \frac{4}{11025}$$

Svar:

$$\frac{4}{11025}$$

2.7 a) (s. 14)

utnyttja reglerna för division.

$$\frac{\frac{a}{2}}{\frac{a}{4}} = \frac{\cancel{a} * 4}{2 * \cancel{a}} = \frac{4}{2} = 2$$

Svar: 2

b) (s. 14)

utnyttja reglerna för division.

$$\frac{\frac{a}{2}}{\frac{4}{a}} = \frac{a * a}{2 * 4} = \frac{a^2}{8}$$

Svar:

$$\frac{a^2}{8}$$



c) (s. 14)

utnyttja reglerna för division och faktorisera.

$$\frac{\frac{14a}{a+2}}{\frac{7}{6a+12}} = \frac{\cancel{14}a^2(6a+12)}{\cancel{7}(a+2)} = \frac{2a^2+24a}{a+2} = \frac{12a(\cancel{a+2})}{\cancel{a+2}} = 12a$$

Svar:  $12a$

d) (s. 14)

utnyttja reglerna för division och faktorisera.

$$\frac{\frac{a}{a+3}}{a^2+3a} = \frac{a}{(a+3)(a^2+3a)} = \frac{\cancel{a}}{\cancel{a}(a+3)(a+3)} = \frac{1}{(a+3)^2} = (a+3)^{-2}$$

Svar:  $(a+3)^{-2}$  eller  $\frac{1}{(a+3)^2}$

2.8 a) (s. 12-14)

Skriv först ihop de övre och undre bråken. Utnyttja sedan reglerna för division och faktorisera.

$$\begin{aligned} \frac{\frac{3}{5x} - \frac{x}{15}}{\frac{1}{x} - \frac{1}{3}} &= \frac{\frac{45-5x^2}{75x}}{\frac{3-x}{3x}} = \frac{\cancel{3x}(45-5x^2)}{\cancel{75x}^{25}(3-x)} = \frac{45-5x^2}{75-25x} = \\ \frac{\cancel{5}(9-x^2)}{\cancel{5}(15-5x)} &= \frac{9-x^2}{15-5x} = \frac{(3+x)(\cancel{3-x})}{5(\cancel{3-x})} = \frac{3+x}{5} \end{aligned}$$

Svar:  $\frac{3+x}{5}$

b) (s. 12-14)

Skriv först ihop  $1 + \frac{1}{x^2}$ . Utnyttja sedan reglerna för division.

$$\frac{x^2+1}{1+\frac{1}{x^2}} = \frac{x^2+1}{\frac{x^2+1}{x^2}} = \frac{(\cancel{x^2+1})x^2}{(\cancel{x^2+1})} = x^2$$

Svar:  $x^2$

c) (s. 12-14)

Skriv först ihop de övre bråken. Utnyttja sedan reglerna för division och faktorisera ut  $-1$ .

$$\frac{\frac{1}{x} - \frac{1}{y}}{\frac{x^2-y^2}{(xy)^2}} = \frac{\frac{y-x}{xy}}{\frac{x^2-y^2}{(xy)^2}} = \frac{(y-x)(xy)^{\cancel{2}}}{\cancel{xy}(x^2-y^2)} = \frac{(y-x)(xy)}{(x-y)(x+y)} = \frac{(\cancel{y-x})(xy)}{-(\cancel{y-x})(x+y)} = -\frac{xy}{x+y}$$

Svar:  $-\frac{xy}{x+y}$

2.9 a) (s. 12-14)

Skriv först ihop de övre och undre bräken. Utnyttja sedan reglerna för division och den andra kvadreringsregeln bakvänt.

$$\frac{\frac{x}{y} - \frac{y}{x}}{\frac{x}{y} + \frac{y}{x} - 2} = \frac{\frac{x^2 - y^2}{yx}}{\frac{x^2 + y^2 - 2xy}{yx}} = \frac{\cancel{yx}(x+y)(\cancel{x-y})}{\cancel{yx}(x-y)^2} = \frac{x+y}{x-y}$$

**Svar:**  $\frac{x+y}{x-y}$

b) (s. 12-14)

Skriv först ihop de övre och undre bräken. Utnyttja sedan reglerna för division och konjugatregeln bakvänt två gånger.

$$\begin{aligned} \frac{\frac{16x^4}{81} - y^4}{\frac{2x}{3} + y} &= \frac{\frac{16x^4 - 81y^4}{81}}{\frac{2x+3y}{3}} = \frac{\cancel{81}(16x^4 - 81y^4)}{\cancel{81}(2x+3y)} = \frac{(4x^2 + 9y^2)(4x^2 - 9y^2)}{27(2x+3y)} = \\ &= \frac{(4x^2 + 9y^2)(\cancel{2x+3y})(2x-3y)}{\cancel{27(2x+3y)}} = \frac{8x^3 - 12x^2y + 18xy^2 - 27y^3}{27} = \\ &= \frac{1}{27}(8x^3 - 12x^2y + 18xy^2 - 27y^3) \end{aligned}$$

eller

$$\begin{aligned} &\dots \frac{(4x^2 + 9y^2)(\cancel{2x+3y})(2x-3y)}{\cancel{27(2x+3y)}} = \frac{(4x^2 + 9y^2)(2x-3y)}{9 \cdot 3} = \\ &= \frac{4x^2 + 9y^2}{9} \cdot \frac{2x-3y}{3} = \left(\frac{4x^2}{9} + y^2\right)\left(\frac{2x}{3} - y\right) \end{aligned}$$

**Svar:**  $\frac{1}{27}(8x^3 - 12x^2y + 18xy^2 - 27y^3)$  eller  $\left(\frac{4x^2}{9} + y^2\right)\left(\frac{2x}{3} - y\right)$

c) (s. 12-14)

Skriv ihop de övre och undre bräken.

$$\frac{\frac{1}{x+1} + \frac{1}{x-1}}{\frac{1}{x-1} - \frac{1}{x+1}} = \frac{\frac{x-1+x+1}{(x+1)(x-1)}}{\frac{x+1-(x-1)}{(x+1)(x-1)}} = \frac{(x-\cancel{1}+x+\cancel{1})(\cancel{x+1})(\cancel{x-1})}{(\cancel{x+1}-\cancel{(x-1)})(\cancel{x+1})(\cancel{x-1})} = \frac{\cancel{2}x}{\cancel{2}} = x$$

**Svar:**  $x$

2.10 a) (s. 13-14)

Sätt in i formeln och förläng till minsta gemensamma nämnare.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} \Leftrightarrow \frac{1}{R} = \frac{6}{12} + \frac{4}{12} + \frac{3}{12} \Leftrightarrow \frac{1}{R} = \frac{13}{12} \Leftrightarrow R = \frac{12}{13}\Omega$$

**Svar:**  $\frac{12}{13}\Omega$

b) (s. 13-14)

Använd räkneregler för division.

$$\frac{1}{3} = \frac{1}{5} + \frac{1}{R} \Leftrightarrow \frac{1}{3} = \frac{R+5}{5R} \Leftrightarrow 5x = 3R+15 \Leftrightarrow 2R = 15 \Leftrightarrow R = \frac{15}{2}\Omega$$

**Svar:**  $\frac{12}{13}\Omega$

2.11 (s. 13-14)

Sätt in i formel och använd räkneregler för division.

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{600} = \frac{1}{100} \Leftrightarrow \frac{600+a}{600a} = \frac{1}{100} \Leftrightarrow 60000 + 100a = 600a \Leftrightarrow 500a = 60000 \Leftrightarrow a = \frac{60000}{500} = 120mm$$

**Svar:** 120mm

2.12 (s. )

utnyttja att  $1 = 2/2 = 3/3$  osv. och använd räkneregler för division.

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

**Svar:**  $\frac{3}{5}$

## Kvadratrötter och potenser

2.13 (s. 16-17)

Förläng med konjugatet för att bli av med roten i nämnaren.

$$\frac{3 + \sqrt{5}}{2 + \sqrt{5}} = \frac{(3 + \sqrt{5})(2 - \sqrt{5})}{(2 + \sqrt{5})(2 - \sqrt{5})} = \frac{6 - 3\sqrt{5} + 2\sqrt{5} - 5}{4 - 5} = -(6 - \sqrt{5} - 5) = \sqrt{5} - 1$$

**Svar:**  $\sqrt{5} - 1$

2.14 a) (s. 16-17)

Förläng med konjugatet.

$$\frac{1 + 2\sqrt{2}}{3 - \sqrt{2}} = \frac{(1 + 2\sqrt{2})(3 + \sqrt{2})}{(3 - \sqrt{2})(3 + \sqrt{2})} = \frac{3 + \sqrt{2} + 6\sqrt{2} + 4}{9 - 2} = \frac{7 + 7\sqrt{2}}{7} = 1 + \sqrt{2}$$

**Svar:**  $1 + \sqrt{2}$

b) (s. 16-17)

Förläng med konjugatet.

$$\frac{1}{\sqrt{13} + \sqrt{11}} = \frac{\sqrt{13} - \sqrt{11}}{(\sqrt{13} + \sqrt{11})(\sqrt{13} - \sqrt{11})} = \frac{\sqrt{13} - \sqrt{11}}{13 - 11} = \frac{\sqrt{13} - \sqrt{11}}{2}$$

**Svar:**  $\frac{\sqrt{13} - \sqrt{11}}{2}$

c) (s. 16-17)

Förläng med konjugatet.

$$\begin{aligned} \frac{2}{\sqrt{x+1} + \sqrt{x-1}} &= \frac{2(\sqrt{x+1} - \sqrt{x-1})}{(\sqrt{x+1} + \sqrt{x-1})(\sqrt{x+1} - \sqrt{x-1})} = \\ \frac{2(\sqrt{x+1} - \sqrt{x-1})}{x+1 - (x-1)} &= \frac{\cancel{2}(\sqrt{x+1} - \sqrt{x-1})}{\cancel{2}} = \sqrt{x+1} - \sqrt{x-1} \end{aligned}$$

**Svar:**  $\sqrt{x+1} - \sqrt{x-1}$

2.15 a) (s. 17)

Faktoriser ena roten för att få samma rot i båda termerna.

$$\sqrt{12} - \sqrt{3} = 2\sqrt{3} - \sqrt{3} = \sqrt{3}(2 - 1) = \sqrt{3}$$

**Svar:**  $\sqrt{3}$

b) (s. 17)

faktorisera täljaren.

$$\frac{\sqrt{42}}{\sqrt{6}} = \frac{\cancel{x}\sqrt{6}\sqrt{7}}{\cancel{x}\sqrt{6}} = \sqrt{7}$$

eller utnyttja reglerna för division med rötter.

$$\frac{\sqrt{42}}{\sqrt{6}} = \sqrt{\frac{42}{6}} = \sqrt{7}$$

**Svar:**  $\sqrt{7}$

c) (s. 17)

Faktoriser.

$$\sqrt{3} * \sqrt{12} = \sqrt{3} * \sqrt{3} * \sqrt{4} = 3 * 2 = 6$$

eller utnyttja reglerna för multiplikation med rötter.

$$\sqrt{3} * \sqrt{12} = \sqrt{3 * 12} = \sqrt{36} = 6$$

**Svar:** 6

d) (s. 17)

Faktorisera termerna i täljaren och skriv ihop.

$$\frac{\sqrt{18} + \sqrt{8}}{5} = \frac{3\sqrt{2} + 2\sqrt{2}}{5} = \frac{\cancel{5}\sqrt{2}}{\cancel{5}} = \sqrt{2}$$

Svar:  $\sqrt{2}$

e) (s. 17)

Addera termerna i roten.

$$\sqrt{3^2 + 4^2} - 4 - 3 = \sqrt{25} - 7 = 5 - 7 = -2$$

Svar:  $-2$

f) (s. 17)

Addera termerna i roten.

$$\sqrt{5^2 + 12^2} = \sqrt{169} = 13$$

Svar: 13

2.16 a) (s. 17)

Faktorisera rötterna så alla termerna får  $\sqrt{2}$  gemensamt.

$$\frac{\sqrt{168} + \sqrt{98}}{\sqrt{50} + \sqrt{2}} = \frac{9\sqrt{2} + 7\sqrt{2}}{5\sqrt{2} + \sqrt{2}} = \frac{\cancel{\sqrt{2}}(9+7)}{\cancel{\sqrt{2}}(5+1)} = \frac{9+7}{5+1} = \frac{16}{6} = \frac{8}{3}$$

Svar:  $\frac{8}{3}$

b) (s. 17)

Kvadrera under "roten ur"-tecknet först (minustecknet försvinner).

$$\frac{\sqrt{(-4)^2}}{\sqrt{4^2}} = \frac{4}{4} = 1$$

Svar: 1

c) (s. 17)

Skriv först ihop termerna utnyttja sedan reglerna för multiplikation av rötter.

$$\left(\sqrt{12} - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2 = \left(\frac{\sqrt{12}\sqrt{3} - 1}{\sqrt{3}}\right)^2 = \left(\frac{\sqrt{36} - 1}{\sqrt{3}}\right)^2 = \left(\frac{5}{\sqrt{3}}\right)^2 = \frac{25}{3}$$

Eller så används den andra kvadreringsregeln.

$$\left(\sqrt{12} - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2 = 12 - 2 \cdot \frac{\sqrt{12}}{\sqrt{3}} + \frac{1}{3} = 12 - 2 \cdot \sqrt{\frac{12}{3}} + \frac{1}{3} = 12 - 4 + \frac{1}{3} = 8 + \frac{1}{3} = \frac{24+1}{3} = \frac{25}{3}$$

Svar:  $\frac{25}{3}$

d) (s. 17)

Använd konjugatregeln och sen kvadreringsregeln.

$$((\sqrt{x}+\sqrt{y})+\sqrt{x+y})(\sqrt{x}+\sqrt{y})-\sqrt{x+y}) = (\sqrt{x}+\sqrt{y})^2-(x+y) = x+2\sqrt{xy}+y-x-y = 2\sqrt{xy}$$

**Svar:**  $2\sqrt{xy}$

2.17 (s. 17)

$$\begin{aligned}\frac{\sqrt{216}}{3\sqrt{2}} &= \frac{\sqrt{9*2*4*3}}{3\sqrt{2}} = \frac{\cancel{3}\sqrt{\cancel{2}*2*3}}{\cancel{3}\sqrt{2}} = 2\sqrt{3} \\ \frac{\sqrt{108}}{3} &= \frac{\sqrt{9*4*3}}{3} = \frac{\cancel{3}*2\sqrt{3}}{\cancel{3}} = 2\sqrt{3} \\ \sqrt{12} &= \sqrt{4*3} = 2\sqrt{3}\end{aligned}$$

**Svar:** Möjligt att någon får poängavdrag på grund av att hen inte förenklat, alla är dock samma tal.

2.18 a) (s. 18)

Använd räkneregler för potenser.

$$3^4 * 3^2 = 3^{(4+2)} = 3^6$$

**Svar:**  $3^6$

b) (s. 18)

Använd räkneregler för potenser.

$$2^7 * 2^{-3} = 2^{7-3} = 2^4$$

**Svar:**  $2^4$

c) (s. 18)

Använd räkneregler för potenser.

$$4^2 * 4^{-5} * 4 = 4^{2-5+1} = 4^{-2}$$

**Svar:**  $4^{-2}$

d) (s. 18)

Använd räkneregler för potenser.

$$\frac{3^7}{3^3} = 3^{7-3} = 3^4$$

**Svar:**  $3^4$

e) (s. 18)

Använd räkneregler för potenser.

$$\frac{4^5}{4^9} = 4^{5-9} = 4^{-4}$$

**Svar:**  $4^{-4}$

f) (s. 18)

Använd räkneregler för potenser.

$$\frac{2^{-7}}{2^5} = 2^{-7-5} = 2^{-12}$$

**Svar:**  $2^{-12}$

2.19 a) (s. 18)

Använd räkneregler för potenser på varje bas var för sig.

$$3^5 * 10^5 * 3^{-3} * 10^3 = 3^{5-3} * 10^{5+3} = 3^2 * 10^8 = 9 * 10^8$$

**Svar:**  $9 * 10^8$

b) (s. 18)

Använd räkneregler för potenser på varje bas var för sig.

$$\frac{2^8 * 5^6}{2^6 * 5^5} = 2^{8-6} * 5^{6-5} = 2^2 * 5 = 4 * 5 = 20$$

**Svar:** 20

c) (s. 18-19)

Använd räkneregler för potenser på varje bas var för sig och utnyttja sedan att  $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$ .

$$\frac{2^4 * 10^4}{2 * 10^5} = 2^{4-1} * 10^{4-5} = 2^3 * 10^{-1} = \frac{8}{10} = \frac{4}{5}$$

**Svar:**  $\frac{4}{5}$

2.20 a) (s. 18)

Använd räkneregler för potenser.

$$b^{-0.2} * b^{1.7} * b^{-2.5} = b^{1.7-2.5-0.2} = b^{-1}$$

**Svar:**  $b^{-1}$

b) (s. 18-19)

Använd räkneregler för potenser.

$$(a^3)^{-0.5} * (a^{-5})^{-0.3} = a^{3*(-0.5)+(-5)*(-0.3)} = a^{-1.5+1.5} = a^0 = 1$$

**Svar:** 1

c) (s. 18)

Använd räkneregler för potenser.

$$\frac{a}{a^{-3.7} * a^{0.5}} = a^{1-(-3.7)-0.5} = a^{4.2}$$

**Svar:**  $a^{4.2}$

d) (s. 18)

Använd räkneregler för potenser.

$$\frac{x * x^{-1.6} * x^{0.2}}{x^{-1.4}} = \frac{x^{1-1.6+0.2}}{x^{-1.4}} = x^{1-1.6+0.2-(-1.4)} = x$$

**Svar:**  $x$

2.21 a) (s. 18-20)

Faktorisera 6 och använd räkneregler för potenser.

$$\frac{3^2 * 2^4}{6^3} = \frac{3^2 * 2^4}{3^3 * 2^3} = 3^{2-3} * 2^{4-3} = \frac{2}{3}$$

**Svar:**  $\frac{2}{3}$

b) (s. 20-21)

Använd räkneregler för potenser och att potensen  $1/2$  motsvarar "roten ur".

$$\left(\frac{1}{4}\right)^{-1/2} = \frac{1^{-1/2}}{4^{-1/2}} = 1 * \sqrt{4} = 2$$

**Svar:** 2

c) (s. 18-21)

Använd räkneregler för potenser och att tredje roten ur 8 är 2.

$$(\sqrt[3]{64})^{2/3} = 8^{2/3} = (8^{1/3})^2 = 2^2 = 4$$

**Svar:** 4



d) (s. 19-20)

Använd räkneregler för potenser.

$$\left(\frac{1}{3}\right)^{-1} = \frac{1}{3^{-1}} = 3$$

**Svar:** 3

e) (s. 18)

Tänk på parenteser.

$$2^{(2^3)} = 2^8 = 256$$

**Svar:** 256

f) (s. 18)

Tänk på parenteser.

$$(2^2)^3 = 2^6 = 64$$

**Svar:** 64

2.22 a) (s. 21)

Använd räkneregler för potenser.

$$(\sqrt{5})^{-4} = (5^{1/2})^{-4} = 5^{-2} = \frac{1}{25}$$

**Svar:**  $\frac{1}{25}$

b) (s. 21)

Använd räkneregler för potenser.

$$\left(\frac{4}{9}\right)^{1/2} = \frac{\sqrt{4}}{\sqrt{9}} = \frac{2}{3}$$

**Svar:**  $\frac{2}{3}$

c) (s. 21)

Använd räkneregler för potenser.

$$\left(\frac{1}{9}\right)^{3/2} = \frac{1}{(9^{1/2})^3} = \frac{1}{3^3} = \frac{1}{27}$$

**Svar:**  $\frac{1}{27}$

d) (s. 21)

Använd räkneregler för potenser och att potensen  $1/2$  motsvarar "roten ur".

$$16^{1/4} = (16^{1/2})^{1/2} = 4^{1/2} = 2$$

**Svar:** 2

e) (s. 21)

Använd räkneregler för potenser.

$$(8^{1/2})^{2/3} = 8^{2/6} = 8^{1/3} = 2$$

**Svar:** 2

f) (s. 21)

Använd räkneregler för potenser.

$$\left(\frac{27}{8}\right)^{-4/3} = \left(\frac{27^{1/3}}{8^{1/3}}\right)^{-4} = \left(\frac{3}{2}\right)^{-4} = 3^{-4} * \frac{1}{2^{-4}} = \frac{2^4}{3^4} = \frac{16}{81}$$

**Svar:**  $\frac{16}{81}$

2.23 a) (s. 21)

Använd räkneregler för potenser.

$$\frac{a^{3.3} * a^{-2.1}}{a^{0.8}} = a^{3.3-2.1-0.8} = a^{0.4}$$

**Svar:**  $a^{0.4}$

b) (s. 21)

Använd räkneregler för potenser.

$$\frac{a\sqrt{a}}{\sqrt[3]{a^2}} = \frac{a * a^{1/2}}{a^{2/3}} = a^{1+1/2-2/3} = a^{5/6}$$

**Svar:**  $a^{5/6}$

c) (s. 21)

Använd räkneregler för potenser.

$$\sqrt{\sqrt[3]{x} * \sqrt[6]{x^{-1}}} * (x^2)^{2/3} = x^{1/3 * 1/2} * x^{-1 * 1/6} * x^{2 * 2/3} = x^{1/6} * x^{-1/6} * x^{8/6} = x^{4/3}$$

**Svar:**  $x^{4/3}$

d) (s. 21)

Använd räkneregler för potenser.

$$\frac{\sqrt[4]{a^3\sqrt{a}}}{\sqrt[8]{\frac{1}{a}}} = \frac{(a^3a^{1/2})^{1/4}}{(a^{-1})^{1/8}} = \frac{a^{7/8}}{a^{-1/8}} = a^{8/8} = a$$

**Svar:**  $a$

e) (s. 21)

Använd räkneregler för potenser.

$$\frac{\sqrt[4]{x^2\sqrt{y^5}}}{\sqrt{xy}} = \frac{(x^2y^{5/2})^{1/4}}{x^{1/2}y^{1/2}} = \frac{x^{1/2}y^{5/8}}{x^{1/2}y^{1/2}} = y^{5/8-4/8} = y^{1/8}$$

**Svar:**  $y^{1/8}$

f) (s. 21)

Använd räkneregler för potenser.

$$\left(ab\sqrt[4]{\frac{a^3}{\sqrt{b\sqrt{b}}}}\right)^2 = \left(ab\left(\frac{a^3}{(b^{3/2})^{1/2}}\right)^{1/4}\right)^2 = \left(ab\frac{a^{3/4}}{b^{3/16}}\right)^2 = a^2b^2\frac{a^{6/4}}{b^{6/16}} = a^{8/4+6/4}b^{32/16-6/16} = a^{7/2}b^{13/8}$$

**Svar:**  $a^{7/2}b^{13/8}$

2.24 (s. )

Använd räkneregler för potenser.

$$(4^x)^5 = \frac{(2^6 * 5^5)^3}{(2^4 * 5^2)^4} * \frac{2^{18}}{5^7} = \frac{2^{18} * 5^{15}}{2^{16} * 5^8} * \frac{2^{18}}{5^7} = 2^2 * \cancel{5^7} * \frac{2^{18}}{\cancel{5^7}} = 2^{20}$$

$$(4^x)^5 = 2^{20} \Leftrightarrow ((2^2)^x)^5 = 2^{20} \Leftrightarrow 2^{10x} = 2^{20} \Leftrightarrow x = 2$$

**Svar:**  $x = 2$

## Polynom och rationella uttryck

2.25 a) (s. 11)

Konjugatregeln.

$$x^2 - 1 = (x + 1)(x - 1)$$

b) (s. 11)

Första kvadreringsregeln.

$$x^2 + 2x + 1 = (x + 1)^2$$

c) (s. 11)

Konjugatregeln.

$$x^3 - 4x = x(x^2 - 4) = x(x + 2)(x - 2)$$

d) (s. 11)

Andra kvadreringsregeln.

$$x^2 - 2x + 1 = (x - 1)^2$$

e) (s. 11)

Faktorisera.

$$x^4 + x^2 = x^2(x^2 + 1)$$

f) (s. 11)

Andra kvadreringsregeln.

$$x^2 - 4x + 4 = (x - 2)^2$$

g) (s. 11)

Konjugatregeln.

$$a^3 - ab^2 = a(a^2 - b^2) = a(a + b)(a - b)$$

h) (s. 11)

Första kvadreringsregeln.

$$a^2b + 2ab^2 + b^3 = b(a^2 + 2ab + b^2) = b(a + b)^2$$

i) (s. 11)

Andra kvadreringsregeln.

$$a^3b - 2a^2b^2 + ab^3 = ab(a^2 - 2ab + b^2) = ab(a - b)^2$$

2.26 a) (s. 11)

Faktorisera.

$$x(x + 2) - 4(x + 2) = (x - 4)(x + 2)$$

b) (s. 11)

Faktorisera och använd konjugatregeln.

$$x^2(x^2 - 9) + x^2 - 9 = (x^2 + 1)(x^2 - 9) = (x^2 + 1)(x + 3)(x - 3)$$

c) (s. 11)

Använd konjugatregeln två gånger.

$$x^4 - 16 = (x^2 + 4)(x^2 - 4) = (x^2 + 4)(x + 2)(x - 2)$$

d) (s. 11)

Faktorisera.

$$(a+b)(a-b)+a^2-ab = (a+b)(a-b)+a(a-b) = (a+b+a)(a-b) = (2a+b)(a-b)$$

e) (s. 11)

Skriv om 4 som  $2^2$  och använd konjugatregeln.

$$(a-b)^2 - 4 = (a-b)^2 - 2^2 = (a-b+2)(a-b-2)$$

f) (s. 11)

Använd andra kvadreringsregeln följt av konjugatregeln.

$$a^4 - 2a^2b^2 + b^4 = (a^2 - b^2)^2 = ((a+b)(a-b))^2 = (a+b)^2(a-b)^2$$

2.27 a) (s. 11)

Faktorisera två gånger på vartannat.

$$x^2 - 7x + xy - 7y = (x^2 + xy) - (7x + 7y) = x(x+y) - 7(x+y) = (x-7)(x+y)$$

b) (s. 11)

Faktorisera två gånger på vartannat.

$$a^6 - a^4 + a^2 - 1 = a^4(a^2 - 1) + (a^2 - 1) = (a^4 + 1)(a^2 - 1) = (a^4 + 1)(a+1)(a-1)$$

c) (s. 11)

Faktorisera två gånger på vartannat.

$$x^2y + 2x^2 - y - 2 = x^2(y+2) - (y+2) = (x^2-1)(y+2) = (x+1)(x-1)(y+2)$$

d) (s. 11)

Faktorisera, använd andra kvadreringsregeln och sist konjugatregeln.

$$7x^5 + 7xy^4 - 14x^3y^2 = 7x(x^4 + y^4 - 2x^2y^2) = 7x(x^2 - y^2)^2 = 7x(x+y)^2(x-y)^2$$

e) (s. 11)

Använd konjugatregeln.

$$a^2 - (b+c)^2 = (a+b+c)(a-b-c)$$

f) (s. 11)

Använd först konjugatregeln och sen båda kvadreringsreglerna.

$$(x^2 + y^2)^2 - (2xy)^2 = (x^2 + y^2 + 2xy)(x^2 + y^2 - 2xy) = (x + y)^2(x - y)^2$$

g) (s. 11)

Använd konjugatregeln följt av båda kvadreringsreglerna och sen konjugatregeln igen.

$$(x^2 + y^2 - z^2)^2 - 4x^2y^2 = (x^2 + y^2 - z^2 + 2xy)(x^2 + y^2 - z^2 - 2xy) = ((x + y)^2 - z^2)((x - y)^2 - z^2) = (x + y + z)(x + y - z)(x - y + z)(x - y - z)$$

2.28 a) (s. 23)

Kvadratkomplettera.

$$x^2 + 6x + 7 = (x + 3)^2 - 9 + 7 = (x + 3)^2 - 2$$

b) (s. 23)

Kvadratkomplettera.

$$x^2 - 7x + 13 = (x - \frac{7}{2})^2 - \frac{49}{4} + 13 = (x - \frac{7}{2})^2 + \frac{3}{4}$$

c) (s. 23)

Perfekt kvadrat.

$$x^2 + 18x + 81 = (x + 9)^2 - 81 + 81 = (x + 9)^2$$

d) (s. 23)

Kvadratkomplettera.

$$x^2 + 5x = (x + \frac{5}{2})^2 - \frac{25}{4}$$

e) (saknar sida)

Eftersom uttrycket saknar  $x$ -term går det inte att kvadratkomplettera.

2.29 (s. 23)

$b$  följer av att det kommer vara 2  $x$ -termer i högerledet och  $c$  av att de konstanta termerna ska ta ut varandra i högerledet.

$$x^2 + ax = (x + b)^2 + c$$

$$b = \frac{a}{2}$$

$$c = -\left(\frac{a}{2}\right)^2 = -\frac{a^2}{4}$$

$$\text{Svar: } b = \frac{a}{2}, c = -\frac{a^2}{4}$$

2.30 a) (s. 24-25)

Faktorisera och använd konjugatregeln.

$$\frac{4x^2 - 4}{2x + 2} = \frac{\cancel{4}^2(x^2 - 1)}{\cancel{2}(x + 1)} = \frac{2\cancel{(x+1)}(x-1)}{\cancel{x+1}} = 2x - 2$$

Svar:  $2x - 2$

b) (s. 24-25)

Använd konjugatregeln och andra kvadreringsregeln.

$$\frac{x^2 - 1}{x^2 - 2x + 1} = \frac{(x+1)\cancel{(x-1)}}{(x-1)^2} = \frac{x+1}{x-1}$$

Svar:  $\frac{x+1}{x-1}$

c) (s. 24-25)

Skriv ihop termerna på samma bråkstreck (förläng).

$$\frac{1}{x^2} - \frac{1}{y^2} + \frac{x^2 - y^2}{(xy)^2} = \frac{\cancel{y^2 - x^2} + \cancel{x^2 - y^2}}{(xy)^2} = \frac{0}{(xy)^2} = 0$$

Svar: 0

2.31 a) (s. 24-25)

Använd konjugatregeln och skriv ihop termerna på samma bråkstreck (förläng).

$$\begin{aligned} \frac{2}{3x+9} + \frac{x}{x^2-9} - \frac{1}{2x-6} &= \frac{2}{3(x+3)} + \frac{x}{(x+3)(x-3)} - \frac{1}{2(x-3)} = \\ \frac{4(x-3) + 6x - 3(x+3)}{6(x+3)(x-3)} &= \frac{4x - 12 + 6x - 3x - 9}{6(x+3)(x-3)} = \frac{7x - 21}{6(x+3)(x-3)} = \\ \frac{\cancel{7(x-3)}}{6(x+3)\cancel{(x-3)}} &= \frac{7}{6x+18} \end{aligned}$$

Svar:  $\frac{7}{6x+18}$

b) (s. 24-25)

Skriv ihop termerna på samma bråkstreck (förläng).

$$\begin{aligned} \frac{5}{x-1} + \frac{8}{x+1} - \frac{3x+7}{x^2-1} &= \frac{5(x+1) + 8(x-1) - (3x+7)}{x^2-1} = \\ \frac{5x+5+8x-8-3x-7}{x^2-1} &= \frac{10x-10}{(x+1)(x-1)} = \frac{10\cancel{(x-1)}}{(x+1)\cancel{(x-1)}} = \\ \frac{10}{x+1} \end{aligned}$$

Svar:  $\frac{10}{x+1}$

2.32 a) (s. 24-25)

Använd andra kvadreringsregeln och skriv ihop termerna på samma bråkstreck (förläng).

$$\begin{aligned} \frac{3x-y}{x^2-2xy+y^2} - \frac{2}{x-y} - \frac{2y}{(x-y)^2} &= \frac{3x-y-2(x-y)-2y}{(x-y)^2} = \\ \frac{3x-y-2x+2y-2y}{(x-y)^2} &= \frac{x-y}{(x-y)^2} = \frac{1}{x-y} \end{aligned}$$

**Svar:**  $\frac{1}{x-y}$

b) (s. 24-25)

Använd första kvadreringsregeln och konjugatregeln. Skriv sedan ihop termerna på samma bråkstreck (förläng).

$$\begin{aligned} \frac{a}{a^2+4ab+4b^2} + \frac{2b}{a^2-4b^2} &= \frac{a}{(a+2b)^2} + \frac{2b}{(a+2b)(a-2b)} = \\ \frac{a(a-2b)+2b(a+2b)}{(a+2b)^2(a-2b)} &= \frac{a^2-2ab+2ab+4b^2}{(a+2b)^2(a-2b)} = \frac{a^2+4b^2}{(a+2b)^2(a-2b)} \end{aligned}$$

**Svar:**  $\frac{a^2+4b^2}{(a+2b)^2(a-2b)}$

2.33 (s. 24-25)

Använd första kvadreringsregeln och konjugatregeln. Skriv sedan ihop termerna på samma bråkstreck (förläng).

$$\begin{aligned} \frac{a}{a^2+4ab+4b^2} + \frac{2b}{a^2-4b^2} &= \frac{a}{(a+2b)^2} + \frac{2b}{(a+2b)(a-2b)} = \\ \frac{a(a-2b)+2b(a+2b)}{(a+2b)^2(a-2b)} &= \frac{a^2-2ab+2ab+4b^2}{(a+2b)^2(a-2b)} = \frac{a^2+4b^2}{(a+2b)^2(a-2b)} \end{aligned}$$

**Svar:**  $\frac{a^2+4b^2}{(a+2b)^2(a-2b)}$



2.34 a) (s. 25-27)

Lös genom polynomdivision eller genom ansättning som visas nedan:

Ekvation:

$$(x^5 + 3x^4 - 2x^3 + 2x - 1) : (x^3 + x + 1)$$

Ansätter lösning:

$$\begin{aligned}(x^5 + 3x^4 - 2x^3 + 2x - 1) &= (x^3 + x + 1)(x^2 + Ax + B) + Cx^2 + Dx + E = \\ &= x^5 + Ax^4 + Bx^3 + x^3 + Ax^2 + Bx + x^2 + Ax + Cx^2 + Dx + E = \\ &= x^5 + Ax^4 + (B + 1)x^3 + (A + C + 1)x^2 + (A + B + D)x + (B + E)\end{aligned}$$

Identifierar variabler:

$$\begin{cases} A &= 3 \\ B + 1 &= -2 \\ A + C + 1 &= 0 \\ A + B + D &= 2 \\ B + E &= -1 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} A = 3 \\ B = -3 \\ C = -4 \\ D = 2 \\ E = 2 \end{cases}$$

**Kvot:**  $x^2 + 3x - 3$

**Rest:**  $-4x^2 + 2x + 2$

b) (s. 25-27)

Lös genom polynomdivision eller genom ansättning som visas nedan:

Ekvation:

$$(x^6 - 1) : (x - 1)$$

Ansätter lösning:

$$\begin{aligned}(x^6 - 1) &= (x - 1)(x^5 + Ax^4 + Bx^3 + Cx^2 + Dx + E) + F = \\ &= x^6 + Ax^5 + Bx^4 + Cx^3 + Dx^2 + Ex - x^5 - Ax^4 - Bx^3 - Cx^2 - Dx - E + F = \\ &= x^6 + (A - 1)x^5 + (B - A)x^4 + (C - B)x^3 + (D - C)x^2 + (E - D)x + \\ &\quad (-E + F)\end{aligned}$$

Identifierar variabler:

$$\begin{cases} A - 1 &= 0 \\ B - A &= 0 \\ C - B &= 0 \\ D - C &= 0 \\ E - D &= 0 \\ F - E &= -1 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} A = 1 \\ B = 1 \\ C = 1 \\ D = 1 \\ E = 1 \\ F = 0 \end{cases}$$

**Kvot:**  $x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$

**Rest:** ingen

c) (s. 25-27)

Lös genom polynomdivision eller genom ansättning som visas nedan:

Ekvation:

$$(x^4 + 2x^3 + 25) : (x^2 + 4x + 5)$$

Ansätter lösning:

$$\begin{aligned}(x^4 + 2x^3 + 25) &= (x^2 + 4x + 5)(x^2 + Ax + B) + Cx + D = \\ &= x^4 + Ax^3 + Bx^2 + 4x^3 + 4Ax^2 + 4Bx + 5x^2 + 5Ax + 5B + Cx + D = \\ &= x^4 + (A + 4)x^3 + (B + 4A + 5)x^2 + (4B + 5A + C)x + (5B + D)\end{aligned}$$

Identifierar variabler:

$$\begin{cases} A + 4 &= 2 \\ B - 4A + 5 &= 0 \\ 4B + 5A + C &= 0 \\ 5B + D &= 25 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} A = -2 \\ B = 3 \\ C = -2 \\ D = 10 \end{cases}$$

**Kvot:**  $x^2 + 3x - 3$

**Rest:**  $-4x^2 + 2x + 2$

2.35 a) (s. 11)

Konjugatregeln bakvänt. (Går också att lösa med polynomdivision om  $g(x)$  ansätts som  $x + 2$  eller  $x - 2$ ).

$$x^2 - 4 = (x + 2)(x - 2)$$

b) (s. 11)

Första kvadreringsregeln bakvänt. (Går också att lösa med polynomdivision om  $g(x)$  ansätts som  $x + 1$ ).

$$x^2 + 2x + 1 = (x + 1)^2$$

c) (s. 11)

Faktorisera och använd konjugatregeln bakvänt. (går att lösa med polynomdivision).

$$x^3 - x = x(x^2 - 1) = x(x + 1)(x - 1)$$

d) (s. 25-29)

Hittar lösningen  $x = 1$  och använder faktorsatsen. Ansätter sedan en lösning (kan lösas med polynomdivision).

$$x^2 - 3x + 2 = (x - 1)(x + A) = x^2 + Ax - x - A$$

Identifierar variabeln:

$$A - 1 = -3 \Leftrightarrow A = -2$$

$$x^2 - 3x + 2 = (x - 1)(x - 2)$$

**Svar:**  $(x - 1)(x - 2)$

e) (s. 25-29)

Hittar lösningen  $x = 1$  och använder faktorsatsen. Ansätter sedan en lösning (kan lösas med polynomdivision).

$$2 - x - x^2 = (x - 1)(-x + A) = -x^2 + Ax + x - A$$

Identifierar variabeln:

$$A + 1 = -1 \Leftrightarrow A = -2$$

$$2 - x - x^2 = (x - 1)(-x - 2)$$

**Svar:**  $(x - 1)(-x - 2)$

f) (s. 11)

Faktorisera och använd andra kvadreringsregeln.

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

2.36 a) (s. 11)

Konjugatregeln.

$$x^2 - 1 = (x + 1)(x - 1)$$

b) (saknar sida)

Finns inga reella faktorer.

c) (s. 25-29)

Hittar lösningen  $x = 1$  och använder faktorsatsen. Ansätter sedan en lösning (kan lösas med polynomdivision).

$$x^3 - 1 = (x - 1)(x^2 + Ax + B) = x^3 + Ax^2 + Bx - x^2 - Ax - B = x^3 + (A - 1)x^2 + (B - A)x - B$$

Identifierar variabler:

$$\begin{cases} A - 1 = 0 \\ B - A = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} A = 1 \\ B = 1 \end{cases}$$

$$x^3 - 1 = (x - 1)(x^2 + x + 1)$$

**Svar:**  $(x - 1)(x^2 + x + 1)$

d) (s. 25-29)

Hittar lösningen  $x = -1$  och använder faktorsatsen. Ansätter sedan en lösning (kan lösas med polynomdivision).

$$x^3 + 1 = (x + 1)(x^2 + Ax + B) = x^3 + Ax^2 + Bx + x^2 + Ax + B = x^3 + (A + 1)x^2 + (B + A)x + B$$

Identifierar variabler:

$$\begin{cases} A + 1 = 0 \\ B + A = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} A = -1 \\ B = 1 \end{cases}$$

$$x^3 + 1 = (x + 1)(x^2 - x + 1)$$

**Svar:**  $(x + 1)(x^2 - x + 1)$

e) (s. 25-29)

Hittar lösningen  $x = -1$  och använder faktorsatsen. Ansätter sedan en lösning (kan lösas med polynomdivision).

$$x^4 - 1 = (x - 1)(x^3 + Ax^2 + Bx + C) = x^4 + Ax^3 + Bx^2 + Cx - x^3 - Ax^2 - Bx - C = x^4 + (A - 1)x^3 + (B - A)x^2 + (C - B)x - C$$

Identifierar variabler:

$$\begin{cases} A - 1 = 0 \\ B - A = 0 \\ C - B = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} A = 1 \\ B = 1 \\ C = 1 \end{cases}$$

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

**Svar:**  $(x - 1)(x^2 + 1)(x + 1)$

f) (s. 25-29)

Hittar lösningen  $x = -3$  och  $x = 0$  och använder faktorsatsen. Ansätter sedan en lösning (kan lösas med polynomdivision).

$$x^4 + 27x = x(x^3 + 27) = x(x + 3)(x^2 + Ax + B) = x(x^3 + Ax^2 + Bx + 3x^2 + 3Ax + 3B) = x(x^3 + (A + 3)x^2 + (B + 3A)x + 3B)$$

Identifierar variabler:

$$A + 3 = 0, \quad B + 3A = 0, \quad 3B = 27 \Leftrightarrow A = -3, \quad B = 9$$

$$x^4 + 27x = x(x + 3)(x^2 - 3x + 9)$$

**Svar:**  $x(x + 3)(x^2 - 3x + 9)$

g) (s. 25-29)

Skriv om  $x^6$  till  $(x^3)^2$  och använd konjugatregeln bakvänt. Faktorisera sedan faktorerna var för sig.

$$x^6 - 64 = (x^3)^2 - 8^2 = (x^3 + 8)(x^3 - 8)$$

Hittar lösningen  $x = -2$  och använder faktorsatsen. Ansätter sedan lösning (kan lösas med polynomdivision).

$$\begin{aligned} x^3 + 8 &= (x + 2)(x^2 + Ax + B) = x^3 + Ax^2 + Bx + 2x^2 + 2Ax + 2B = \\ &= x^3 + (A + 2)x^2 + (B + 2A)x + 2B \end{aligned}$$

Identifierar variabler:

$$\begin{cases} A + 2 = 0 \\ B + 2A = 0 \\ -2B = -8 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} A = 2 \\ B = 4 \end{cases}$$

$$x^3 + 8 = (x + 2)(x^2 - 2x + 4)$$

Hittar lösningen  $x = 2$  och använder faktorsatsen. Ansätter sedan lösning (kan lösas med polynomdivision).

$$\begin{aligned} x^3 - 8 &= (x - 2)(x^2 + Ax + B) = x^3 + Ax^2 + Bx - 2x^2 - 2Ax - 2B = \\ &= x^3 + (A - 2)x^2 + (B - 2A)x - 2B \end{aligned}$$

Identifierar variabler:

$$A - 2 = 0, \quad B - 2A = 0, \quad -2B = -8 \rightarrow A = 2, \quad B = 4$$

$$x^3 - 8 = (x - 2)(x^2 + 2x + 4)$$

Slå samman:

$$x^6 - 64 = (x + 2)(x^2 - 2x + 4)(x - 2)(x^2 + 2x + 4)$$

$$\textbf{Svar: } (x + 2)(x^2 - 2x + 4)(x - 2)(x^2 + 2x + 4)$$

2.37 (s. 25-29)

Delar upp problemet i delproblem efter varje faktorisering. Ekvation:

$$p(x) = x^5 - 10x^2 + 15x - 6$$

$$p(1) = 1^5 - 10 * 1^2 + 15 * 1 - 6 = 0$$

Hittar lösningen  $x = 1$ , använder faktorsatsen och ansätter lösning:

$$\begin{aligned} p(x) &= (x - 1)(x^4 + Ax^3 + Bx^2 + Cx + D) = \\ &= x^5 + Ax^4 + Bx^3 + Cx^2 + Dx - x^4 - Ax^3 - Bx^2 - Cx - D = \\ &= x^5 + (A - 1)x^4 + (B - A)x^3 + (C - B)x^2 + (D - C)x - D \end{aligned}$$

Identifierar variabler:

$$\begin{cases} A - 1 = 0 \\ B - A = 0 \\ C - B = -10 \\ D - C = 15 \\ -D = -6 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} A = 1 \\ B = 1 \\ C = -9 \\ D = 6 \end{cases}$$

$$p(x) = (x - 1)(x^4 + x^3 + x^2 - 9x + 6)$$

Ekvation:  $p_1(x) = x^4 + x^3 + x^2 - 9x + 6$

$$p_1(1) = 1^4 + 1^3 + 1^2 - 9 \cdot 1 + 6 = 0$$

Hittar lösningen  $x = 1$ , använder faktorsatsen och ansätter lösning:

$$\begin{aligned} p_1(x) &= (x - 1)(x^3 + Ax^2 + Bx + C) = \\ x^4 + Ax^3 + Bx^2 + Cx - x^3 - Ax^2 - Bx - C &= \\ x^4 + (A - 1)x^3 + (B - A)x^2 + (C - B)x - C & \end{aligned}$$

Identifierar variabler:

$$\begin{cases} A - 1 = 1 \\ B - A = 1 \\ C - B = -9 \\ D - C = 6 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} A = 2 \\ B = 3 \\ C = -6 \end{cases}$$

$$p_1(x) = (x - 1)(x^3 + 2x^2 + 3x - 6)$$

Ekvation:  $p_2(x) = x^3 + 2x^2 + 3x - 6$

$$p_2(1) = 1^3 + 2 \cdot 1^2 + 3 \cdot 1 - 6 = 0$$

Hittar lösningen  $x = 1$ , använder faktorsatsen och ansätter lösning:

$$\begin{aligned} p_2(x) &= (x - 1)(x^2 + Ax + B) = \\ x^3 + Ax^2 + Bx - x^2 - Ax - B &= \\ x^3 + (A - 1)x^2 + (B - A)x - B & \end{aligned}$$

Identifierar variabler:

$$\begin{cases} A - 1 = 2 \\ B - A = 3 \\ -B = -6 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} A = 3 \\ B = 6 \end{cases}$$

Ekvation:  $p_3(x) = x^2 + 3x + 6$

$$p_2(1) = 1^2 + 3 \cdot 1 + 6 = 10 \quad (x = 1 \text{ är inte en lösning})$$

pq-formeln:

$$x = -\frac{3}{2} \pm \sqrt{\frac{9}{4} - 6} =$$

$$x = -\frac{3}{2} \pm \sqrt{-\frac{15}{4}} \Rightarrow \text{Finns ingen reell lösning}$$

$$p(x) = (x - 1)(x - 1)(x - 1)(x^2 + 3x + 6) = (x - 1)^3(x^2 + 3x + 6)$$

**Svar:**  $(x - 1)^3(x^2 + 3x + 6)$ , multipliciteten för  $x = 1$  är 3

2.38 (s. 25-29)

Ekvationen:  $p(x) = x^3 - 2x - 4$

Hittar lösningen  $x = 2$  och använder faktorsatsen. Ansätter sedan en lösning (kan lösas med polynomdivision).

$$x^3 - 2x - 4 = (x - 2)(x^2 + Ax + B) = x^3 + (A - 2)x^2 + (B - 2A)x - 2B$$

Identifierar variabler:

$$\begin{cases} A - 2 = 0 \\ B - 2A = -2 \\ -2B = -4 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} A = 2 \\ B = 2 \end{cases}$$

$$p(x) = (x - 2)(x^2 + 2x + 2)$$

$$p_1(x) = x^2 + 2x + 2$$

pq-formeln:

$$x = -1 \pm \sqrt{1 - 2} \Rightarrow \text{Finns ingen reell lösning}$$

$$\textbf{Svar: } p(x - 2)(x^2 + 2x + 2)$$

## Kapitel 3: Ekvationer och olikheter

### Ekvationer

#### 3.1 a) (s. 33-34)

Utnyttja faktorsatsen (varje faktor är ett nollställe).

**Svar:**  $x_1 = 1$ ,  $x_2 = 2$ ,  $x_3 = 3$

#### b) (s. 33-34)

$x(x^2 - 4) = 0$ . Faktorisera först  $x^2 - 4$  med konjugatregeln.

$$x(x+2)(x-2) = 0$$

Utnyttja sedan faktorsatsen (varje faktor är ett nollställe).

**Svar:**  $x_1 = 0$ ,  $x_2 = -2$ ,  $x_3 = 2$

#### c) (s. 33-34)

$$x^2 + 10x + 24 = 0$$

*Alternativ 1:*

Faktorisera genom att gissa  $a$  och  $b$  så  $(x+a)(x+b) = x^2 + 10x + 24 = 0$ .  $a = 4$  och  $b = 6$ .

$$(x+4)(x+6) = 0$$

Utnyttja sedan faktorsatsen (varje faktor är ett nollställe).

*Alternativ 2:*

Använd pq-formeln:

$$x = -5 \pm \sqrt{5^2 - 24} = -5 \pm 1$$

*Alternativ 3:*

Använd kvadratkomplettering:

$$(x+5)^2 - 25 + 24 = 0 \Leftrightarrow (x+5)^2 = 1 \Leftrightarrow x+5 = \pm\sqrt{1} \Leftrightarrow x = -5 \pm 1$$

**Svar:**  $x_1 = -4$  och  $x_2 = -6$



d) (s. 33-34)

$$x^2 + 10x + 25 = 0$$

*Alternativ 1:*

Faktorisera genom att gissa  $a$  och  $b$  så  $(x+a)(x+b) = x^2 + 10x + 25 = 0$ .  $a = 5$  och  $b = 5$ .

$$(x + 5)^2 = 0$$

Utnyttja sedan faktorsatsen (varje faktor är ett nollställe).

*Alternativ 2:*

Använd pq-formeln:

$$x = -5 \pm \sqrt{5^2 - 25} = -5 \pm \sqrt{0} = -5$$

*Alternativ 3:*

Använd kvadratkomplettering:

$$(x + 5)^2 - 25 + 25 = 0 \Leftrightarrow (x + 5)^2 = 0 \Leftrightarrow x + 5 = 0 \Leftrightarrow x = -5$$

**Svar:**  $x_{1,2} = -5$

e) (s. 33-34)

$$x^3 + 10x^2 + 24x = 0$$

Faktorisera ut  $x$  ur vänsterledet.

$$x(x^2 + 10x + 24) = 0$$

Hitta nollställena till  $x^2 + 10x + 24$  (se c). Nollproduktionsmetoden ger också lösningen  $x = 0$ .

**Svar:**  $x_1 = -4$ ,  $x_2 = -6$  och  $x_3 = 0$

f) (s. 33-34)

$$x^4 + 10x^3 + 25x^2 = 0$$

Faktorisera ut  $x^2$  ur vänsterledet.

$$x^2(x^2 + 10x + 25) = 0$$

Hitta nollställena till  $x^2 + 10x + 25$  (se d). Nollproduktionsmetoden ger också dubbelroten  $x = 0$ .

**Svar:**  $x_{1,2} = -5$  och  $x_{3,4} = 0$

3.2 a) (s.)

$$x^2 + 4x + a = 0, \quad x = 2$$

Sätt in värdet för  $x$  i ekvationen och lös ut  $a$ .

$$2^2 + 4 \cdot 2 + a = 0 \Leftrightarrow 4 + 8 + a = 0 \Leftrightarrow a = -12$$

**Svar:**  $a = -12$

b) (s.)

$$x^2 + bx + 12 = 0, \quad x = 3$$

Sätt in värdet för  $x$  i ekvationen och lös ut  $b$ .

$$3^2 + 3b + 12 = 0 \Leftrightarrow 9 + 3b + 12 = 0 \Leftrightarrow 3b = -21 \Leftrightarrow b = -7$$

**Svar:**  $b = -7$

3.3 a) (s.)

$$p(x) = x^2 - x - \frac{3}{4}$$

$$x^2 - x - \frac{3}{4} = 0$$

Använd pq-formeln (eller kvadratkomplettering).

$$x = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{3}{4}} = \frac{1}{2} \pm 1 \Rightarrow x_1 = \frac{3}{2}, \quad x_2 = -\frac{1}{2}$$

Faktorsatsen ger:  $p(x) = (x - \frac{3}{2})(x + \frac{1}{2})$

**Svar:**  $p(x) = \left(x - \frac{3}{2}\right)\left(x + \frac{1}{2}\right)$

b) (s.)

$$p(x) = 2x^2 - 3x - 2$$

$$2x^2 - 3x - 2 = 0 \Leftrightarrow x^2 - \frac{3}{2}x - 1 = 0$$

Använd pq-formeln (eller kvadratkomplettering).

$$x = \frac{3}{4} \pm \sqrt{\left(\frac{3}{4}\right)^2 + 1} = \frac{3}{4} \pm \sqrt{\frac{9}{16} + \frac{16}{16}} = \frac{3}{4} \pm \frac{5}{4} \Rightarrow x_1 = 2, \quad x_2 = -\frac{1}{2}$$

Faktorsatsen ger:  $p(x) = (x - 2)(x + \frac{1}{2})$

**Svar:**  $p(x) = (x - 2)\left(x + \frac{1}{2}\right)$

c) (s.)

$$p(x) = -x^2 + x + 12$$
$$-x^2 + x + 12 = 0 \Leftrightarrow x^2 - x - 12 = 0$$

Använd pq-formeln (eller kvadratkomplettering).

$$x = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4} + 12} = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{48}{4}} = \frac{1}{2} \pm \frac{7}{2} \Rightarrow x_1 = 4, \quad x_2 = -3$$

Faktorsatsen ger:  $p(x) = (x - 4)(x + 3)$

**Svar:**  $p(x) = (x - 4)(x + 3)$

d) (s.)

$$p(x) = x^3 - x^2 + \frac{1}{4}x = x \left( x^2 - x + \frac{1}{4} \right)$$

$$g(x) = x^2 - x + \frac{1}{4}$$

$$x(x^2 - x + \frac{1}{4}) = 0 \Leftrightarrow x * g(x) = 0$$

Använd pq-formeln (eller kvadratkomplettering) på  $g(x) = 0$ .

$$x = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4} - \frac{1}{4}} = \frac{1}{2} \pm 0 = \frac{1}{2} \Rightarrow x_{1,2} = \frac{1}{2}$$

Faktorsatsen ger:  $g(x) = (x - \frac{1}{2})^2$

$$p(x) = x * g(x) = x(x - \frac{1}{2})^2$$

**Svar:**  $p(x) = x \left( x - \frac{1}{2} \right)^2$

e) (s.)

$$p(x) = 3x^3 - 6x^2 + 15x = 3x(x^2 - 2x + 5)$$

$$g(x) = x^2 - 2x + 5$$

$$x(x^2 - 2x + 5) = 0 \Leftrightarrow x * g(x) = 0$$

Använd pq-formeln (eller kvadratkomplettering) på  $g(x) = 0$ .

$$x = 1 \pm \sqrt{1 - 5} \Rightarrow \text{Saknar reell lösning}$$

Faktorsatsen ger då att  $g(x)$  inte kan faktoriseras.

**Svar:**  $p(x) = 3x(x^2 - 2x + 5)$

f) (s.)

$$p(x) = x^4 - 6x^2 + 8$$

Använd variabelsubstitution så pq-formeln kan användas.

$$x^4 - 6x^2 + 8 = 0, \quad t = x^2 \Rightarrow t^2 - 6t + 8 = 0$$

Använd pq-formeln (eller kvadratkomplettering).

$$t = 3 \pm \sqrt{9 - 8} \Leftrightarrow t = 3 \pm 1 \Rightarrow t_1 = 4, \quad t_2 = 2$$

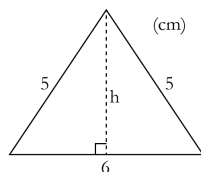
$$x^2 = 4 \Leftrightarrow x_{1,2} = \pm 2$$

$$x^2 = 2 \Leftrightarrow x_{3,4} = \pm\sqrt{2}$$

Faktorsatsen ger då  $p(x) = (x - 2)(x + 2)(x - \sqrt{2})(x + \sqrt{2})$

**Svar:**  $p(x) = (x - 2)(x + 2)(x - \sqrt{2})(x + \sqrt{2})$

### 3.4 (s.)



Satsen om likbent triangel ger att den båda rätvinkliga triangelarna är kongruenta vilket medför att basen för båda är  $3\text{cm}$ . Pyth. sats ger att  $h = \sqrt{5^2 - 3^2} = 4 \Rightarrow$  arean:  $6 * 4/2 = 12\text{cm}^2$  och omkretsen är  $16\text{cm}$ .

Låt benen vara  $y$  och basen  $x$

$$h = \sqrt{y^2 - (x/2)^2}$$

$$\text{area: } \frac{x * h}{2} = \frac{x\sqrt{y^2 - (x/2)^2}}{2} = 12\text{cm} \Leftrightarrow x\sqrt{y^2 - (x/2)^2} = 24\text{cm}$$

$$\text{omkrets: } 2y + x = 16\text{cm} \Leftrightarrow x = 16 - 2y$$

$$(16 - 2y)\sqrt{y^2 - (8 - y)^2} = 24 \Leftrightarrow 2(8 - y)4\sqrt{y - 4} = 24 \Leftrightarrow$$

$$(8 - y)\sqrt{y - 4} = 3 \Rightarrow (y^2 - 16y + 64)(y - 4) = 9 \Leftrightarrow$$

$$y^3 - 4y^2 - 16y^2 + 64y + 64y - 256 = 9 \Leftrightarrow y^3 - 20y^2 + 128y - 265 = 0$$

Ansätter lösning med  $x = 5$  som faktor från ursprungsfiguren (kan lösas med polynomdivision också):

$$y^3 - 20y^2 + 128y - 265 = (x - 5)(x^2 + Ax + B) = x^3 + (A - 5)y^2 + (B - 5A)y - 5B$$

Identifierar variablerna:

$$\begin{cases} A - 5 = -20 \\ B - 5A = 128 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} A = -15 \\ B = 53 \end{cases}$$

$$y^3 - 20y^2 + 128y - 265 = (y - 5)(y^2 - 15y + 53)$$

$$y^2 - 15y + 53 = 0$$

pq-formeln:

$$y = \frac{15}{2} \pm \sqrt{\frac{15^2 - 212}{4}} = \frac{15 \pm \sqrt{13}}{2}$$

$$y_1 = \frac{15 + \sqrt{13}}{2} \Rightarrow x = 16 - 15 - \sqrt{13} \Rightarrow x < 0 \Rightarrow \text{falsk rot}$$

$$y_2 = \frac{15 - \sqrt{13}}{2} \Rightarrow x = 16 - 15 + \sqrt{13} = 1 + \sqrt{13}$$

$$\text{Svar: } x = 1 + \sqrt{13} \text{ och } y = \frac{15 - \sqrt{13}}{2}$$

3.5 a) (s.)

$$\frac{1}{x-1} + \frac{1}{x} + \frac{1}{x+1} = 0 \Leftrightarrow \frac{x(x+1) + x^2 - 1 + x(x-1)}{x(x^2-1)} = 0 \Leftrightarrow$$

$$\frac{3x^2-1}{x(x^2-1)} = 0 \Rightarrow 3x^2-1=0 \Leftrightarrow (\sqrt{3}x+1)(\sqrt{3}x-1)=0 \Leftrightarrow (x+\frac{1}{\sqrt{3}})(x-\frac{1}{\sqrt{3}})=0$$

Faktorsatsen ger då:  $x_1 = -\frac{1}{\sqrt{3}}$  och  $x_2 = \frac{1}{\sqrt{3}}$

**Svar:**  $x_{1,2} = \pm \frac{1}{\sqrt{3}}$

b) (s.)

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

$$\frac{1}{x^2-3x+2} = \frac{1}{x^2-7x+12} \Rightarrow x^2-3x+2 = x^2-7x+12 \Leftrightarrow$$

$$x = \frac{10}{4} = \frac{5}{2}$$

**Svar:**  $x = \frac{5}{2}$

c) (s.)

$$\frac{1}{x^2-2x} + \frac{1}{x^2+3x} = 0 \Leftrightarrow \frac{x(x+3) + x(x-2)}{x^2(x-2)(x+3)} = 0 \Rightarrow$$

$$x+3+x-2=0 \Leftrightarrow 2x+1=0 \Leftrightarrow x = -\frac{1}{2}$$

**Svar:**  $x = -\frac{1}{2}$

d) (s.)

$$\begin{aligned}\frac{1}{x+2} - \frac{x+2}{x-2} &= \frac{x^2}{4-x^2} \Leftrightarrow \frac{x-2-(x+2)^2}{x^2-4} = \frac{x^2}{4-x^2} \Rightarrow \\ (4-x^2)(-x^2-3x-6) &= x^2(x^2-4) \Leftrightarrow \\ -4x^2-12x-24+x^4+3x^3+6x^2 &= x^4-4x^2 \Leftrightarrow \\ x^3+2x^2-4x-8 &= 0\end{aligned}$$

Gissar en lösning till ekvationen och hittar  $x = 2$ . Ansätter lösning med  $x - 2$  som faktor (kan lösas med polynomdivision också):

$$x^3+2x^2-4x-8 = (x-2)(x^2+Ax+B) = x^3+(A-2)x^2+(B-2A)x-2B$$

Identifierar variabler:

$$\begin{cases} A-2=2 \\ B-2A=-4 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} A=4 \\ B=4 \end{cases}$$
$$(x-2)(x^2+4x+4) = 0$$

Kvadreringsregeln:

$$(x-2)(x^2+4x+4) = 0 \Leftrightarrow (x-2)(x+2)^2 = 0$$

Faktorsatsen:  $x_1 = 2$  och  $x_{2,3} = -2$ . Både 2 och  $-2$  är dock falska rötter då de resulterar i nolldivision i ursprungsekvationen.

**Svar:** Ekvationen saknar lösning

3.6 (s.)

Formeln för hastighet, sträcka och tid är  $s = v \cdot t \Leftrightarrow t = \frac{s}{v}$ . Låt  $x$  vara båtens hastighet i stillastående vatten. Den totala tiden för resan är tiden dit ( $t_1$ ) plus tiden tillbaka ( $t_2$ ) ( $t_1 + t_2 = t$ ). Hastigheten båten har dit ( $v_1$ ) kan beskrivas som  $x - 2.4$  och hastigheten hem ( $v_2$ ) som  $x + 2.4$ .  $t = 2$  och  $s = 6.4$ .

$$t_1 + t_2 = t \Leftrightarrow \frac{s}{v_1} + \frac{s}{v_2} = t$$

$$\begin{aligned}\frac{6.4}{x-2.4} + \frac{6.4}{x+2.4} &= 2 \Leftrightarrow \frac{6.4(x+2.4) + 6.4(x-2.4)}{(x-2.4)(x+2.4)} = 2 \Leftrightarrow \\ 6.4(2x+2.4-2.4) &= 2(x^2-2.4^2) \Leftrightarrow 2 \cdot 6.4x = 2(x^2-2.4^2) \Leftrightarrow \\ x^2-6.4x-5.76 &= 0\end{aligned}$$

pq-formeln:

$$x = 3.2 \pm \sqrt{10.24 + 5.76} = 3.2 \pm \sqrt{16} = 3.2 \pm 4$$

$x_1 = 7.2$  och  $x_2 = -0.8$ . Eftersom hastigheten i uppgiften inte kan vara negativ gäller endast  $x_1$

**Svar:** 7.2 km/h

3.7 a) (s.)

$$\sqrt{x+2} = x \Rightarrow x+2 = x^2 \Leftrightarrow x^2 - x - 2 = 0$$

pq-formeln:

$$x = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{8}{4}} \Leftrightarrow x = \frac{1}{2} \pm \frac{3}{2}$$

$$x_1 = 2$$

$$x_2 = -1 \text{ Falsk rot (sätt in i ursprungsekvationen).}$$

**Svar:**  $x = 2$

b) (s.)

$$\sqrt{x+2} = -x \Rightarrow x+2 = x^2 \Leftrightarrow x^2 - x - 2 = 0$$

pq-formeln:

$$x = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{8}{4}} \Leftrightarrow x = \frac{1}{2} \pm \frac{3}{2}$$

$$x_1 = 2 \text{ Falsk rot (sätt in i ursprungsekvationen).}$$

$$x_2 = -1$$

**Svar:**  $x = -1$

c) (s.)

$$x - \sqrt{x-2} = 4 \Leftrightarrow \sqrt{x-2} = x-4 \Rightarrow x-2 = (x-4)^2 \Leftrightarrow$$

$$x-2 = x^2 - 8x + 16 \Leftrightarrow x^2 - 9x + 18 = 0$$

pq-formeln:

$$x = \frac{9}{2} \pm \sqrt{\frac{81}{4} - \frac{72}{4}} \Leftrightarrow x = \frac{9}{2} \pm \frac{3}{2}$$

$$x_1 = 6$$

$$x_2 = 3 \text{ Falsk rot (sätt in i ursprungsekvationen).}$$

**Svar:**  $x = 6$

3.8 a) (s.)

$$\sqrt{x+2} = \sqrt{2x+1} \Rightarrow x+2 = 2x+1 \Leftrightarrow x = 1$$

**Svar:**  $x = 1$



b) (s.)

$$\sqrt{3x+2} = \sqrt{2x+1} \Rightarrow 3x+2 = 2x+1 \Leftrightarrow x = -1 \quad \text{Falsk rot.}$$

**Svar:** Ekvationen saknar lösning

c) (s.)

$$\sqrt{x+2} = \sqrt{x} \Rightarrow x+2 = x \Leftrightarrow 2 = 0 \quad \text{Ej ekvivalent.}$$

**Svar:** Ekvationen saknar lösning

d) (s.)

$$\sqrt{x-2}\sqrt{x+3} = x \Rightarrow (x-2)(x+3) = x^2 \Leftrightarrow \cancel{x^2} + x - 6 = \cancel{x^2} \Leftrightarrow x = 6$$

**Svar:**  $x = 6$

e) (s.)

$$(3 - \sqrt{x})(3 + \sqrt{x}) = 8\sqrt{x} \Leftrightarrow 9 - x = 8\sqrt{x} \Rightarrow \\ x^2 - 18x + 81 = 64x \Leftrightarrow x^2 - 82x + 81 = 0$$

pq-formeln:

$$x = 41 \pm \sqrt{41^2 - 81} = 41 \pm 40$$

$x_1 = 81$  falsk rot.

$x_2 = 1$

**Svar:**  $x = 1$

f) (s.)

$$\sqrt{x} = \frac{3}{\sqrt{x}} + \sqrt{3+x} \Leftrightarrow x = 3 + \sqrt{x(3+x)} \Leftrightarrow x-3 = \sqrt{3x+x^2} \Rightarrow \\ \cancel{x^2} - 6x + 9 = 3x + \cancel{x^2} \Leftrightarrow 9x = 9 \Leftrightarrow x = 1 \quad \text{Falsk rot.}$$

**Svar:** Lösning saknas

## Ekvationer

3.9 (s.)

$2 < 3 \Leftrightarrow$  är "2 **mindre** än 3"? Ja  
 $2 \leq 3 \Leftrightarrow$  är "2 **mindre** eller lika med 3"? Ja  
 $2 \leq 2 \Leftrightarrow$  är "2 mindre eller **lika med** 2"? Ja

**Svar:** Alla tre

3.10 (s.)

Nedan visar jag min tankeprocess för att lösa uppgiften.

$$\frac{2}{0.02} = \frac{2}{2} * \frac{1}{10^{-2}} = 1 * 10^2 = 100$$

$$\frac{31}{0.2} = \frac{31}{2} * \frac{1}{10^{-1}} = 15.5 * 10 = 155$$

$$\frac{0.00009}{0.000006} = \frac{9}{6} * \frac{10^{-5}}{10^{-6}} = 1.5 * 10 = 15$$

$$\textbf{Svar: } \frac{0.00009}{0.000006} < \frac{2}{0.02} < \frac{31}{0.2}$$

3.11 a) (s.)

$$3x + 1 < 2 \Leftrightarrow 3x < 1 \Leftrightarrow x < \frac{1}{3}$$

$$\textbf{Svar: } x < \frac{1}{3}$$

b) (s.)

$$-3x + 2 \leq 1 \Leftrightarrow -3x \leq -1 \Leftrightarrow x \geq \frac{1}{3}$$

$$\textbf{Svar: } x \geq \frac{1}{3}$$

c) (s.)

$$3x + 1 > 4x + 5 \Leftrightarrow x < -4$$

$$\textbf{Svar: } x < -4$$

d) (s.)

$$(x - 3)(x + 3) \leq x^2 \Leftrightarrow \cancel{x^2} - 9 \leq \cancel{x^2} \Leftrightarrow -9 \leq 0 \Rightarrow x \in \mathbb{R}$$

$$\textbf{Svar: } x \in \mathbb{R}$$

3.12 a) (s.)

Använd en teckentabell och hitta intervallet/n som ger positiva värden.

$$\frac{x+4}{x-1} > 0$$

$x$		$-4$		$1$	
$x+4$	$-$	$0$	$+$	$+$	$+$
$x-1$	$-$	$-$	$-$	$0$	$+$
$\frac{x+4}{x-1}$	$+$	$0$	$-$	$\wr$	$+$

**Svar:**  $x > 1$  eller  $x < -4$

b) (s.)

Utnyttja teckentabellen i förra uppgiften men ta intervallet som ger negativa värden.

$$\frac{x+4}{x-1} < 0$$

**Svar:** teckentabellen i a) ger:  $-4 < x < 1$

c) (s.)

Använd en teckentabell och hitta intervallet/n som ger negativa värden.

$$\frac{x+1}{x(x-1)} < 0$$

$x$		$-1$		$0$		$1$	
$x+1$	$-$	$0$	$+$	$+$	$+$	$+$	$+$
$x$	$-$	$-$	$-$	$0$	$+$	$+$	$+$
$x-1$	$-$	$-$	$-$	$-$	$-$	$0$	$+$
$\frac{x+1}{x(x-1)}$	$-$	$0$	$+$	$\wr$	$-$	$\wr$	$+$

**Svar:**  $x < -1$  eller  $0 < x < 1$

d) (s.)

Använd en teckentabell och hitta intervallet/n som ger positiva värden.

$$(x+2)(2x-1) > 0$$

$x$		$-2$		$1/2$	
$x+2$	$-$	$0$	$+$	$+$	$+$
$2x-1$	$-$	$-$	$-$	$0$	$+$
$(x+2)(2x-1)$	$+$	$0$	$-$	$\wr$	$+$

**Svar:**  $x < -2$  eller  $x > 1/2$

3.13 (s.)

Skriv om olikheten så att högerledet blir noll och allt i vänsterledet hamnar på samma bråkstreck. Använd sedan en teckentabell och hitta intervallet/n som ger negativa värden.

$$\frac{3x+1}{x+2} < 2 \Leftrightarrow \frac{3x+1-2(x+2)}{x+2} < 0 \Leftrightarrow \frac{x-3}{x+2} < 0$$

$x$		-2		3	
$x-3$	-	-	-	0	+
$x+2$	-	0	+	+	+
$\frac{x-3}{x+2}$	+	∓	-	0	+

**Svar:**  $-2 < x < 3$

3.14 a) (s. 44-45)

Se sidorna 44-45 i läroboken för förklaring till varför det fungerar såhär.

$$\frac{x^2+1}{x} < x$$

$$\text{om } x > 0: \quad \frac{x^2+1}{x} < x \Leftrightarrow \cancel{x} + 1 < \cancel{x} \Leftrightarrow 1 < 0$$

$$\text{om } x < 0: \quad \frac{x^2+1}{x} < x \Leftrightarrow \cancel{x} + 1 > \cancel{x} \Leftrightarrow 1 > 0$$

$1 < 0$  är alltid sant vilket innebär att skillnaden gäller för alla  $x$  mindre än noll.

**Svar:**  $x < 0$

b) (s.)

Skriv om olikheten så att högerledet blir noll och allt i vänsterledet hamnar på samma bråkstreck. Använd sedan en teckentabell och hitta intervallet/n som ger negativa värden.

$$\frac{2x^2}{x+2} < x-2 \Leftrightarrow \frac{2x^2-(x+2)(x-2)}{x+2} < 0 \Leftrightarrow$$

$$\frac{\cancel{2}x^2 - \cancel{x}^2 + 4}{x+2} < 0 \Leftrightarrow \frac{x^2+4}{x+2} < 0$$

$x$		-2	
$x^2+4$	+	+	+
$x+2$	-	0	+
$\frac{x^2+4}{x+2}$	-	∓	+

**Svar:**  $x < -2$

c) (s.)

Eftersom  $x^2$  aldrig kan bli negativt behövs inget motsvarande det i uppgift a) göras.

$$\frac{x^2 + 2}{x^2 + 1} > 1 \Leftrightarrow \cancel{x^2} + 2 > \cancel{x^2} + 1 \Leftrightarrow 2 > 1$$

**Svar:** Alla  $x$

3.15 a) (s.)

Skriv om olikheten så att allt är i vänsterledet och använd konjugatregeln baklänges. Använd sedan en teckentabell och hitta intervallet/n som ger negativa värden.

$$x^2 < 4 \Leftrightarrow x^2 - 4 < 0 \Leftrightarrow (x + 2)(x - 2) < 0$$

$x$		$-2$		$2$	
$x + 2$	$-$	$0$	$+$	$+$	$+$
$x - 2$	$-$	$-$	$-$	$0$	$+$
$(x + 2)(x - 2)$	$+$	$0$	$-$	$0$	$+$

**Svar:**  $-2 < x < 2$

b) (s.)

Utnyttja teckentabellen i förra uppgiften men ta intervallet som ger positiva värden.

**Svar:** teckentabellen i a) ger:  $x < -2$  eller  $x > 2$

c) (s.)

Använd kvadreringsregeln och lös olikheten.

$$(x + 1)^2 > (x + 5)^2 \Leftrightarrow \cancel{x^2} + 2x + 1 > \cancel{x^2} + 10x + 25 \Leftrightarrow \\ -24 > 8x \Leftrightarrow x < -3$$

**Svar:**  $x < -3$

3.16 (s.)

Förenkla vänsterledet, flytta över ettan och skriv allt på ett gemensamt bråkstreck. Använd sedan en teckentabell och hitta intervallet/n som ger negativa värden.

$$\frac{1-x^4}{1-(x^2+1)^2} < 1 \Leftrightarrow \frac{1-x^4}{1-x^4-2x^2-1} < 1 \Leftrightarrow \frac{1-x^4}{-x^4-2x^2} < 1 \Leftrightarrow$$

$$\frac{1-x^4-(-x^4-2x^2)}{-x^2(x^2+2)} < 0 \Leftrightarrow \frac{2x^2+1}{-x^2(x^2+2)} < 0$$

$x$		0	
$2x^2+1$	+	+	+
$-x^2$	-	0	-
$x^2+2$	+	+	+
$\frac{2x^2+1}{-x^2(x^2+2)}$	-	∩	-

**Svar:**  $x \neq 0$

3.17 a) (s.)

Lös ekvationen genom att multiplicera termerna med  $x$ . Faktorisera sedan täljaren. Notera att grundeckvationen inte är definierad för  $x = 0$  därför implicerar endast den första ekvationen den andra.

$$x + \frac{4}{x} = 5 \Rightarrow x^2 + 4 = 5x \Leftrightarrow x^2 - 5x + 4 = 0 \Leftrightarrow (x-4)(x-1) = 0$$

Faktorsatsen ger:  $x_1 = 4$ ,  $x_2 = 1$

**Svar:**  $x_1 = 4$ ,  $x_2 = 1$

b) (s.)

Skriv om olikheten så alla termer står på samma bråkstreck i vänsterledet. Använd sedan en teckentabell och hitta intervallet/n som ger positiva värden.

$$x + \frac{4}{x} > 5 \Leftrightarrow \frac{x^2+4}{x} > 5 \Leftrightarrow \frac{x^2-5x+4}{x} > 0 \Leftrightarrow \frac{(x-4)(x-1)}{x} > 0$$

$x$		0		1		4	
$x-4$	-	-	-	-	-	0	+
$x-1$	-	-	-	0	+	+	+
$x$	-	0	+	+	+	+	+
$\frac{(x-4)(x-1)}{x}$	-	∩	+	0	-	0	+

**Svar:**  $0 < x < 1$  eller  $x > 4$

## Kapitel 4: Summor och talföljder

### Summatecken

4.1 a) (s.)

$$\sum_{n=1}^5 n^3 = 1^3 + 2^3 + 3^3 + 4^3 + 5^3 = 1 + 8 + 27 + 64 + 125 = 225$$

**Svar:** 225

b) (s.)

$$\begin{aligned} \sum_{k=0}^4 (k^2 - 3k) &= 0^2 - 3 \cdot 0 + 1^2 - 3 \cdot 1 + 2^2 - 3 \cdot 2 + 3^2 - 3 \cdot 3 + 4^2 - 3 \cdot 4 = \\ &= 1 - 3 + 4 - 6 + 9 - 9 + 16 - 12 = 0 \end{aligned}$$

**Svar:** 0

c) (s.)

$$\sum_{k=2}^{100} 3 = \underbrace{3 + 3 + \dots + 3 + 3}_{99 \text{ st.}} = 3 \cdot 99 = 297$$

**Svar:** 297

d) (s.)

Antalet element kommer alltid vara lika med övre gränsen minus undre gränsen plus ett.

$$\sum_{k=m}^n 3 = 3(n - m + 1)$$

**Svar:**  $3(n - m + 1)$

4.2 a) (s.)

$$\underbrace{1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{10}}_{10 \text{ st. från } 1 \text{ till } 10} = \sum_{k=1}^{10} \frac{1}{k}$$

**Svar:**  $\sum_{k=1}^{10} \frac{1}{k}$

b) (s.)

$$\underbrace{2 * 3 + 3 * 4 + 4 * 5 + \dots + n(n+1)}_{\text{från 2 till n}} = \sum_{k=2}^n k(k+1)$$

**Svar:**  $\sum_{k=2}^n k(k+1)$

c) (s.)

Hitta mönstret och skriv om så det kan skrivas med summatecken.

$$1 + 3 + 9 + 27 + 81 + 243 = \underbrace{3^0 + 3^1 + 3^2 + 3^3 + 3^4 + 3^5}_{6 \text{ st. från } 0 \text{ till } 5} = \sum_{k=0}^5 3^k$$

**Svar:**  $\sum_{k=0}^5 3^k$

## Aritmetisk summa

4.3 (s.)

Se formeln för aritmetisk summa.

$$1 + 2 + \dots + 100 = \sum_{k=1}^{100} k = \frac{100(100+1)}{2} = 5050$$

**Svar:** 5050

4.4 (s.)

Hitta mönstret och skriv om så det går att skrivas med summatecken.

$$3 + 6 + \dots + 96 + 99 = 3 * 1 + 3 * 2 + \dots + 3 * 32 + 3 * 33 =$$

$$3 \underbrace{(1 + 2 + \dots + 33 + 34)}_{33 \text{ st. från } 1 \text{ till } 33} = 3 \sum_{k=1}^{33} k = 3 * \frac{33 * 34}{2} = 1683$$

**Svar:** 1683

4.5 a) (s.)

$$1 + 2 + 3 + \dots + 9 + 10 = \sum_{k=1}^{10} k = \frac{10 * 11}{2} = 55$$

**Svar:** 55



b) (s.)

bryt ut fyran och skriv om med summatecken.

$$4+8+12+\dots+36+40 = 4(1+2+3+\dots+9+10) = 4 \sum_{k=1}^{10} k = 4 * \frac{10 * 11}{2} = 220$$

**Svar:** 220

c) (s.)

Dela upp serien och inse att den kan delas upp i två separata summor och att fyran kan brytas ut.

$$\begin{aligned} 3 + 7 + 11 + \dots + 35 + 39 &= \\ (4 * 1 - 1) + (4 * 2 - 1) + (4 * 3 - 1) + \dots + (4 * 9 - 1) + (4 * 10 - 1) &= \\ 4(1 + 2 + 3 + \dots + 9 + 10) - \underbrace{(1 + 1 + 1 \dots + 1 + 1)}_{10 \text{ st.}} &= \\ 4 \sum_{k=1}^{10} k - \sum_{k=1}^{10} 1 = 4 * \frac{10 * 11}{2} - 10 * 1 &= 210 \end{aligned}$$

**Svar:** 210

d) (s.)

Dela upp serien och inse att den kan delas upp i två separata summor och att tian kan brytas ut.

$$\begin{aligned} -3 + 7 + 17 + \dots + 87 + 97 &= \\ (10 * 0 - 3) + (10 * 1 - 3) + (10 * 2 - 3) + \dots + (10 * 9 - 3) + (10 * 10 - 3) &= \\ 10(0 + 1 + 2 + \dots + 9 + 10) - \underbrace{(3 + 3 + 3 \dots + 3 + 3)}_{11 \text{ st.}} &= \\ 10 \sum_{k=0}^{10} k - \sum_{k=0}^{10} 3 = 10(0 + \sum_{k=1}^{10} k) - \sum_{k=0}^{10} 3 &= 10 * \frac{10 * 11}{2} - 11 * 3 = 517 \end{aligned}$$

**Svar:** 517

4.6 a) (s.)

Bryt ut trean och använd aritmetisk summa.

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^{15} 3k &= 3 * 1 + 3 * 2 + \dots + 3 * 14 + 3 * 15 = \\ 3(1 + 2 + \dots + 14 + 15) &= 3 \sum_{k=1}^{15} k = 3 * \frac{15 * 16}{2} = 360 \end{aligned}$$

**Svar:** 360

b) (s.)

Bryt ut trean och två och använd aritmetisk summa.

$$\begin{aligned}\sum_{k=1}^{15}(3k+2) &= (3 \cdot 1 + 2) + (3 \cdot 2 + 2) + \dots + (3 \cdot 14 + 2) + (3 \cdot 15 + 2) = \\ &= 3(1 + 2 + \dots + 14 + 15) + \underbrace{(2 + 2 + \dots + 2 + 2)}_{15 \text{ st.}} = 3 \sum_{k=1}^{15} k + \sum_{k=1}^{15} 2 = \\ &= 3 \frac{15 \cdot 16}{2} + 2 \cdot 15 = 390\end{aligned}$$

**Svar:** 390

c) (s.)

Bryt ut trean och två som i förra uppgiften och använd aritmetisk summa.

$$\begin{aligned}\sum_{k=1}^n(3k+2) &= 3(1 + 2 + \dots + (n-1) + n) + \underbrace{(2 + 2 + \dots + 2 + 2)}_{n \text{ st.}} = \\ &= 3 \sum_{k=1}^n k + \sum_{k=1}^n 2 = 3 \frac{n(n+1)}{2} + 2n\end{aligned}$$

$$\textbf{Svar: } 3 \frac{n(n+1)}{2} + 2n$$

d) (s.)

Bryt ut  $a$  och  $d$  som i förra uppgiften och använd aritmetisk summa.

$$\begin{aligned}\sum_{k=1}^n(ak+d) &= a(1 + 2 + \dots + (n-1) + n) + \underbrace{(d + d + \dots + d + d)}_{n \text{ st.}} = \\ &= a \sum_{k=1}^n k + \sum_{k=1}^n d = a \frac{n(n+1)}{2} + dn\end{aligned}$$

$$\textbf{Svar: } a \frac{n(n+1)}{2} + dn$$

## Geometrisk summa

4.7 a) (s.)

Skriv om termerna så att de kan skrivas som en geometrisk summa. Använd sedan formeln för geometrisk summa.

$$1+2+4+8+16+32 = 2^0+2^1+2^2+2^3+2^4+2^5 = \sum_{k=0}^5 2^k = \frac{2^{5+1}-1}{2-1} = 127$$

**Svar:** 127

b) (s.)

Skriv om termerna så att de kan skrivas som en geometrisk summa.  
Använd sedan formeln för geometrisk summa.

$$1 - 3 + 9 - 27 + 81 - 243 = (-3)^0 + (-3)^1 + (-3)^2 + (-3)^3 + (-3)^4 + (-3)^5 =$$
$$\sum_{k=0}^5 (-3)^k = \frac{(-3)^{5+1} - 1}{-3 - 1} = -182$$

**Svar:** -182

c) (s.)

Skriv om termerna så att de kan skrivas som en geometrisk summa.  
Eftersom start värdet inte är 0 finns det två olika sätt att lösa det  
på: antingen göra en summa av delmängden där  $k \geq 0$  och addera  
resten efteråt eller genom att bryta ut den minsta exponenten.

$$2 + 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \dots + \frac{1}{128} = 2 + \left(\frac{1}{2}\right)^0 + \left(\frac{1}{2}\right)^1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{1}{2}\right)^7 =$$
$$2 + \sum_{k=0}^7 \left(\frac{1}{2}\right)^k = 2 + \frac{\left(\frac{1}{2}\right)^8 - 1}{\frac{1}{2} - 1} = \frac{511}{128}$$

eller

$$2 + 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \dots + \frac{1}{128} = \left(\frac{1}{2}\right)^{-1} + \left(\frac{1}{2}\right)^0 + \left(\frac{1}{2}\right)^1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{1}{2}\right)^7 =$$
$$\left(\frac{1}{2}\right)^{-1} * \left(\left(\frac{1}{2}\right)^0 + \left(\frac{1}{2}\right)^1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{1}{2}\right)^8\right) =$$
$$\left(\frac{1}{2}\right)^{-1} * \sum_{k=0}^8 \left(\frac{1}{2}\right)^k = \left(\frac{1}{2}\right)^{-1} * \frac{\left(\frac{1}{2}\right)^9 - 1}{\frac{1}{2} - 1} = \frac{511}{128}$$

**Svar:**  $\frac{511}{128}$

d) (s.)

Två alternativa sätt att lösa det: Bryta ut  $e$  så att summan får startvärdet 0 eller använd subtraktion så att summan kan skrivas med 0 som startvärde.

$$e + e^2 + e^3 + \dots + e^{10} = e(e^0 + e^1 + e^2 + \dots + e^9) = e \sum_{k=0}^9 e^k = e * \frac{e^{10} - 1}{e - 1}$$

eller

$$e + e^2 + e^3 + \dots + e^{10} = \sum_{k=1}^{10} e^k = \sum_{k=0}^{10} e^k - \sum_{k=0}^0 e^k = \frac{e^{11} - 1}{e - 1} - \frac{e^1 - 1}{e - 1} = \frac{e^{11} - 1 - (e - 1)}{e - 1} = e * \frac{e^{10} - 1}{e - 1}$$

**Svar:**  $e * \frac{e^{10} - 1}{e - 1}$

e) (s.)

Skriv om termerna så att de kan skrivas som en geometrisk summa. Använd sedan formeln för geometrisk summa.

$$1 - x + x^2 - x^3 + \dots - x^9 = (-x)^0 + (-x)^1 + (-x)^2 + (-x)^3 + \dots + (-x)^9 = \sum_{k=0}^9 (-x)^k = \frac{(-x)^{10} - 1}{-x - 1} = -\frac{x^{10} - 1}{x + 1} = \frac{1 - x^{10}}{x + 1}$$

**Svar:**  $\frac{1 - x^{10}}{x + 1}$

4.8 a) (s.)

Se 4.6 a) för resonemang kring varför faktorn 3 kan brytas ut.

$$\sum_{k=0}^{10} (3 * 2^k) = 3 * \sum_{k=0}^{10} 2^k = 3 * \frac{2^{11} - 1}{2 - 1} = 3(2^{11} - 1)$$

**Svar:**  $3(2^{11} - 1)$

b) (s.)

Bryt ut en tvåa från summan eller subtrahera en kompletterande summa.

$$\begin{aligned}\sum_{k=1}^{10} (3 * 2^k) &= 3 * \sum_{k=1}^{10} 2^k = 3 * 2(2^0 + 2^1 + \dots + 2^9) = \\ 6 * \sum_{k=0}^9 2^k &= 6 * \frac{2^{10} - 1}{2 - 1} = 6(2^{10} - 1)\end{aligned}$$

eller

$$\begin{aligned}\sum_{k=1}^{10} (3 * 2^k) &= 3 * \sum_{k=1}^{10} 2^k = 3 \left( \sum_{k=0}^{10} 2^k - \sum_{k=0}^0 2^k \right) = \\ 3 \left( \frac{2^{11} - 1}{2 - 1} - \frac{2^1 - 1}{2 - 1} \right) &= 3(2^{11} - 2) = 6(2^{10} - 1)\end{aligned}$$

**Svar:**  $6(2^{10} - 1)$

c) (s.)

Bryt ut tre tvåor från summan eller subtrahera en kompletterande summa.

$$\begin{aligned}\sum_{k=3}^{10} (3 * 2^k) &= 3 * \sum_{k=3}^{10} 2^k = 3 * 2^3(2^0 + 2^1 + \dots + 2^7) = \\ 24 * \sum_{k=0}^7 2^k &= 24 * \frac{2^8 - 1}{2 - 1} = 24(2^8 - 1)\end{aligned}$$

eller

$$\begin{aligned}\sum_{k=3}^{10} (3 * 2^k) &= 3 * \sum_{k=3}^{10} 2^k = 3 \left( \sum_{k=0}^{10} 2^k - \sum_{k=0}^2 2^k \right) = \\ 3 \left( \frac{2^{11} - 1}{2 - 1} - \frac{2^3 - 1}{2 - 1} \right) &= 3(2^{11} - 2^3) = 24(2^{10} - 1)\end{aligned}$$

**Svar:**  $24(2^{10} - 1)$

d) (s.)

Bryt ut  $m$  tvåor från summan eller subtrahera en kompletterande summa.

$$\begin{aligned}\sum_{k=m}^n (3 * 2^k) &= 3 * \sum_{k=m}^n 2^k = 3 * 2^m (2^0 + 2^1 + \dots + 2^{n-m}) = \\ 3 * 2^m * \sum_{k=0}^{n-m} 2^k &= 3 * 2^m * \frac{2^{n-m+1} - 1}{2 - 1} = 3 * 2^m (2^{n-m+1} - 1)\end{aligned}$$

eller

$$\begin{aligned}\sum_{k=m}^n (3 * 2^k) &= 3 * \sum_{k=m}^n 2^k = 3 \left( \sum_{k=0}^n 2^k - \sum_{k=0}^{m-1} 2^k \right) = \\ 3 \left( \frac{2^{n+1} - 1}{2 - 1} - \frac{2^m - 1}{2 - 1} \right) &= 3(2^{n+1} - 2^m) = 3 * 2^m (2^{n-m+1} - 1)\end{aligned}$$

**Svar:**  $3 * 2^m (2^{n-m+1} - 1)$

4.9 a) (s.)

Skriv om den negativa exponenten som ett bråktal.

$$\begin{aligned}\sum_{k=0}^n (3 * 2^{-k}) &= 3 * \sum_{k=0}^n (2^{-k}) = 3 * \sum_{k=0}^n \left(\frac{1}{2}\right)^k = 3 * \frac{\left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} - 1}{\frac{1}{2} - 1} = \\ 3 * \frac{\left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} - 1}{-\frac{1}{2}} &= -6 \left( \frac{1}{2^{n+1}} - 1 \right) = 6 \left( 1 - \frac{1}{2^{n+1}} \right)\end{aligned}$$

**Svar:**  $6 \left( 1 - \frac{1}{2^{n+1}} \right)$

b) (s.)

Skriv om den negativa exponenten som ett bråktal och fixa till så att startvärdet är noll (båda metoderna i 4.8 b)-c) går att använda).

$$\begin{aligned}\sum_{k=1}^n e^{-k} &= \sum_{k=1}^n \left(\frac{1}{e}\right)^k = \frac{1}{e} \left( \left(\frac{1}{e}\right)^0 + \left(\frac{1}{e}\right)^1 + \dots + \left(\frac{1}{e}\right)^{n-1} \right) = \\ \frac{1}{e} * \sum_{k=0}^{n-1} \left(\frac{1}{e}\right)^k &= \frac{1}{e} * \frac{\left(\frac{1}{e}\right)^n - 1}{\frac{1}{e} - 1} = \frac{\left(\frac{1}{e}\right)^n - 1}{\frac{e}{e} - e} = \frac{\left(\frac{1}{e}\right)^n - 1}{1 - e} = \frac{1 - \left(\frac{1}{e}\right)^n}{e - 1}\end{aligned}$$

**Svar:**  $\frac{1 - \left(\frac{1}{e}\right)^n}{e - 1}$

c) (s.)

Använd geometrisk summa.

$$\begin{aligned}\sum_{n=0}^{100} (1000 * (1.05)^n) &= 1000 * \sum_{n=0}^{100} 1.05^n = 1000 * \frac{1.05^{n+1} - 1}{1.05 - 1} = \\ 1000 * \frac{1.05^{n+1} - 1}{\frac{1}{20}} &= 20 * 1000 * \frac{1.05^{n+1} - 1}{1} = 20000(1.05^n + 1 - 1)\end{aligned}$$

**Svar:**  $20000(1.05^n + 1 - 1)$

d) (s.)

Använd geometrisk summa.

$$1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{4} - \frac{1}{8} + \dots + \frac{1}{2^{2n}} = (-\frac{1}{2})^0 + (-\frac{1}{2})^1 + (-\frac{1}{2})^2 + (-\frac{1}{2})^3 + \dots + (-\frac{1}{2})^{2n} =$$
$$\sum_{k=0}^{2n} (-\frac{1}{2})^k = \frac{(-\frac{1}{2})^{2n+1} - 1}{-\frac{1}{2} - 1} = -2 \frac{-\frac{1}{2^{2n+1}} - 1}{3} = \frac{\frac{2}{2^{2n+1}} + 2}{3} = \frac{2^{-2n} + 2}{3}$$

**Svar:**  $\frac{2^{-2n} + 2}{3}$

e) (s.)

**Svar:**

4.10 (s.)

**Svar:**

4.11 (s.)

**Svar:**

4.12 (s.)

**Svar:**

## Binominalsatsen

4.13 a) (s.)

**Svar:**

b) (s.)

**Svar:**

c) (s.)

**Svar:**

4.14 a) (s.)

**Svar:**

b) (s.)

**Svar:**

c) (s.)

**Svar:**

d) (s.)

**Svar:**

4.15 a) (s.)

**Svar:**

b) (s.)

**Svar:**

c) (s.)

**Svar:**

4.16 (s.)

**Svar:**

4.17 (s.)

**Svar:**

4.18 (s.)



**Svar:**

4.19 (s.)

**Svar:**

4.20 (s.)

**Svar:**

4.21 (s.)

**Svar:**

4.22 (s.)

**Svar:**

### **Talföljder och induktion**

4.23 a) (s.)

**Svar:**

b) (s.)

**Svar:**