

- 16)** Let R and S be the following relations on $A = \{1, 2, 3\}$:
 $R = \{(1, 1), (1, 2), (2, 3), (3, 1), (3, 3)\}$, $S = \{(1, 2), (1, 3), (2, 1), (3, 3)\}$.
 Find:
- a.** $R \cup S$ **b.** $R \cap S$ **c.** R^c (in the universe $A \times A$)
d. $R \circ S$ **e.** $S^2 = S \circ S$.

Uit Schaum, Opgave 2.7.

- 17)** Given $A = \{1, 2, 3, 4\}$ and $B = \{x, y, z\}$.
 Let R be the following relation from A to B :

$$R = \{ (1, y), (1, z), (3, y), (4, x), (4, z) \}$$

- a.** Determine the matrix of the relation.
b. Draw the arrow diagram of R .
c. Find the inverse relation R^{-1} of R .
d. Determine the domain and range [bereik] of R .
e. Is R injectief, surjectief, totaal, functioneel?

Naar Schaum: Opgave 2.4.

- 18)** Consider the relation $R = \{ (1, 3), (1, 4), (3, 2), (3, 3), (3, 4) \}$
 on $A = \{1, 2, 3, 4\}$.

- a.** Find the matrix M_R of R .
b. Find the domain and range of R .
c. Find R^{-1} .
d. Draw the directed graph of R .
e. Find the composition relation $R \circ R$.
f. Bepaal $R^{-1} \circ R$ en $R \circ R^{-1}$.

Uit Schaum, Opgave 2.23.

- 19)** $R = \{(1, 2), (2, 1), (3, 4), (4, 2), (4, 5)\}$ is een relatie in $\{1, 2, 3, 4, 5\}$.

- a.** Teken de gerichte grafen corresponderend met R , R^{-1} en $R^2 = R \circ R$.
b. Bepaal $R^{-1} \circ R$, $R \circ R^{-1}$ en $(R \circ R)^{-1}$.
c. Bepaal de transitieve afsluiting $R^+ = \bigcup_{n \geq 1} R^n$. Geef R^+ als verzameling van paren, zoals boven.

- 20)** Consider the following five relations on the set $\{1, 2, 3\}$:

$$R = \{ (1, 1), (1, 2), (1, 3), (3, 3) \}, S = \{ (1, 1), (1, 2), (2, 1), (2, 2), (3, 3) \}, \\ T = \{ (1, 1), (1, 2), (2, 2), (2, 3) \}, \emptyset, A \times A.$$

Determine whether or not each of the above relations on A is
 (i) reflexive; (ii) symmetric; (iii) transitive; (iv) antisymmetric.

Uit Schaum, Opgave 2.9.

- 21)** Each of the following defines a relation R on the positive integers \mathbb{N}^+ :
- a. “ $x > y$ ”
 - b. “ $x + y = 10$ ”
 - c. “ $x + 4y = 10$ ”
 - d. “ $x \cdot y$ is oneven”
- Which relations are (i) reflexive; (ii) symmetric; (iii) antisymmetric; (iv) transitive; (v) irreflexive
- e. Is de relatie R^2 voor R uit a. t/m c. eenvoudig te beschrijven?
Naar Schaum, Opgave 2.27.
- 22)** Let R and S be relations on a set A . Assuming A has at least three elements, state whether each of the following statements is true or false. If it is false, give a counterexample on the set $A = \{1, 2, 3\}$:
- i. If R and S have property P then so has $R \cap S$.
 - ii. If R and S have property P then so has $R \cup S$.
- P is daarbij achtereenvolgens ‘symmetric’, ‘reflexive’, ‘transitive’ en ‘antisymmetric’.
- 23)** Zij $R \subseteq A \times B$ een relatie van A naar B . Dan is $R^{-1} \circ R$ een relatie in B .
Toon aan dat $R^{-1} \circ R$ symmetrisch is.
- 24)** $R \subseteq A \times B$ is een relatie, en $\text{id}_B = \{ (b, b) \mid b \in B \}$ is de identiteitsrelatie op B . Bewijs de volgende beweringen.
- a. R is functioneel desda $R^{-1} \circ R \subseteq \text{id}_B$.
 - b. R is surjectief desda $R^{-1} \circ R \supseteq \text{id}_B$.