

Tentamen Gegevensbanken (211074) — 1 februari 2008

CONTROLEER EERST OF ALLE BLADZIJDEN T/M BLZ. 14 AANWEZIG ZIJN!

Vul het tentamenbriefje volledig in, zódanig dat BEIDE DOORSLAGEN goed leesbaar zijn.

NAAM, VOORLETTERS: _____

STUDENTNUMMER: _____

OPLEIDING: _____

De uitwerkingen moeten op deze opgavenformulieren worden genoteerd in de daarvoor bestemde vakken. Alle overige ruimte en de achterkanten van de bladen kun je zo nodig als kladpapier gebruiken en wordt niet bekeken en niet beoordeeld. Gebruik van ander kladpapier is toegestaan.

Het gebruik van boeken, dictaten en dergelijke is *niet* toegestaan, behoudens één vel van A4 formaat met *eigen* aantekeningen (dubbelzijdig, getypt of geschreven) of kopieën van *delen van het boek*; kopieën van ander materiaal (zoals tentamenuitwerkingen) zijn niet toegestaan.

Normering: per opgave staan de te behalen punten in de kantlijn en u krijgt 5 punten gratis; samen zijn dat 100 punten. Het eindcijfer is het aantal behaalde punten gedeeld door 10. Onleesbare tekst wordt steeds fout gerekend.

Na afloop moet de *volledige* set opgavenformulieren worden ingeleverd; het kladpapier niet. De tentamenopgaven zijn niet geheim en worden voorzien van modeluitwerkingen op Teletop gepubliceerd. (Die modeluitwerkingen moet je op papier of elektronisch bij je hebben wanneer je je tentamen komt inzien.)

5 gratis	1	2	3	4	5	6	7	8	8bonus	9	10
-------------	---	---	---	---	---	---	---	---	--------	---	----

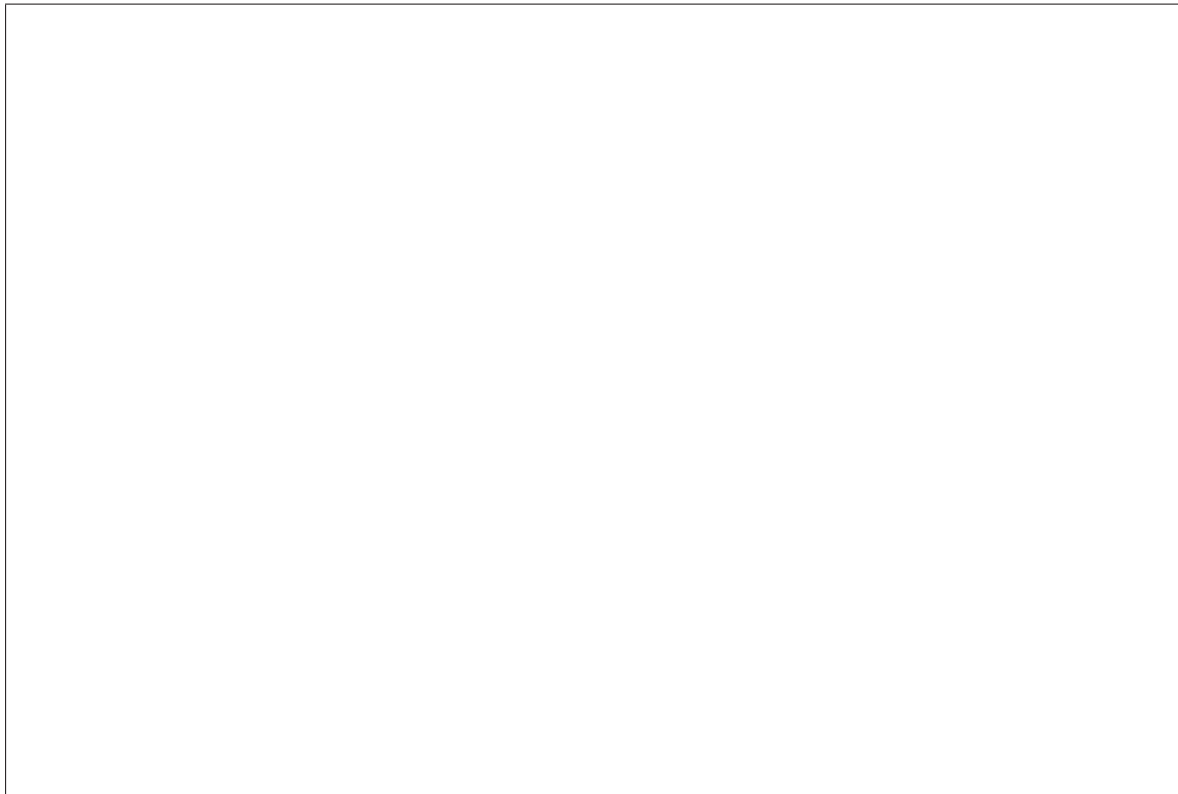
10p.

Opgave 1. De speeltuinvereniging *Altijd Kind* bezit een grote verzameling speeltoestellen die uitgeleend worden aan buurtverenigingen voor straatfeesten en dergelijke. Hieronder staat een specificatie van de gegevens die relevant zijn voor de werkzaamheden van *Altijd Kind*:

- Leden van de speeltuinvereniging worden geïdentificeerd met een lidnummer; ieder lid heeft een stel specialiteiten (zoals ‘houtbewerking’, ‘rekenaar’, etc.). Ieder lid behoort tot precies één afdeling van *Altijd Kind*.
- Van een afdeling is de naam bekend alsmede de kamer waar de afdeling zetelt.
- Elke afdeling heeft een lid van *Altijd Kind* als voorzitter; een voorzitter behoort tot de afdeling die hij voorziet.
- Van ieder speeltoestel is de opbergplaats bekend en de leeftijdscategorie.
- Klanten kunnen speeltoestellen lenen. Klanten worden geïdentificeerd met een klantnummer; van hun wordt ook bijgehouden sinds wanneer ze klant zijn bij *Altijd Kind*.
- Ieder speeltoestel is in onderhoud bij één lid van *Altijd Kind*.
- Per uitlening van een speeltoestel aan een klant is de begin- en einddatum van de uitleningstermijn bekend, alsmede het lid dat betrokken is in die uitlening.
- Per klant en lid wordt ook de naam, het adres en een stel telefoonnummers bijgehouden. Een lid kan ook klant zijn, maar krijgt dan geen speciale privileges en wordt in die hoedanigheid net zo behandeld als iedere andere klant.

Geef in het antwoordblok een Entity-Relationship diagram dat de gegevens voor één tijdstip *zo precies mogelijk* modelleert en gebruik daarbij *zo geschikt mogelijke* constructies. Zowel de ERD-notatie uit het boek als ook de UML notatie (class diagram) is toegestaan, maar een mengeling van beide niet. Doe het eerst op kladpapier en dan pas hieronder in het net.

Onleesbare tekst wordt fout gerekend.



Het zou kunnen zijn (maar het is niet de bedoeling) dat uw diagram onbedoeld of met opzet *minder* eigenschappen modelleert dan de casus aangeeft. Om dat gebrek enigszins te herstellen is er deze vraag: Geef de eigenschappen (zoveel mogelijk maar hógstens twee) die *wel* uit de casustekst volgen maar *niet* in uw ER-diagram opgenomen zijn:

Onleesbare tekst wordt fout gerekend.

Het zou kunnen zijn (maar het is niet de bedoeling) dat uw diagram ten onrechte of met opzet *méér* eigenschappen modelleert dan de casus aangeeft. Om zo'n "fout" enigszins te herstellen is er deze vraag: Noem en motiveer de eigenschappen (zoveel mogelijk maar hógstens twee) die *wel* in het diagram staan maar *niet* uit de letterlijke tekst van de casus volgen:

Onleesbare tekst wordt fout gerekend.

Zijn er instanties van het databaseschema die niet gerepresenteerd kunnen worden als instanties van het ERD? Zo ja, maak dit duidelijk (geef een voorbeeld) en leg kort uit waarom dit mogelijk is.

Onleesbare tekst wordt fout gerekend.

Aan het ERD wordt nu de volgende eigenschap (“integrity constraint”) toegevoegd:

Iedere B -instantie is ook een C -instantie.

Geef aan hoe u deze eigenschap in het database schema verwerkt, *uitsluitend door toevoegingen te doen aan de bestaande relatieschemas*, op zodanige manier dat in elke databasevulling die eigenschap zal gelden:

Onleesbare tekst wordt fout gerekend.

10p.

Opgave 3. Beschouw een voortdurend veranderende organisatie met entiteiten zoals afdeling, eenheid, manager, werknemer, ondersteuner, salarisschaal, uitstapje. Deze entiteiten tezamen vormen als volgt een relatie \mathcal{R} .

Een tuple (A, E, M, W, O, S, D) zit op zeker tijdstip in \mathcal{R} precies wanneer op dat tijdstip het volgende geldt:

1. A is een *Afdeling*.
2. E is een *Eenheid* binnen afdeling A .
3. M is de *Manager* van eenheid E .
4. W is een *Werknemer* van de organisatie (niet noodzakelijk van A of E).
5. O is een *Ondersteuner* van werknemer W voor werkzaamheden binnen eenheid E .
6. S is de *Salarisschaal* van werknemer W .
7. D is de *Datum* van een door manager M te organiseren uitstapje voor afdeling A .

Voorts gelden er de volgende eigenschappen op ieder tijdstip:

- a. Iedere werknemer heeft per eenheid hoogstens één ondersteuner.
- b. Een manager van eenheid E behoort tot afdeling waarvan E een eenheid is.
- c. Een manager kan uitstapjes organiseren voor andere afdelingen dan zijn eigen afdeling.
- d. Afdelingen hebben geen eenheden gemeenschappelijk.

Geef voor ieder van de (functionele / multivalued) afhankelijkheden hieronder, met een letter W of O aan of die altijd *Waar* of *Onwaar* is in relatie \mathcal{R} , en motiveer kort uw keuze (de motivatie telt mee in de beoordeling):

Onleesbare tekst wordt fout gerekend.

FD	W/O	Motivatie voor uw keuze
$O, E \rightarrow W$		
$O, W \rightarrow E$		
$O, W, E \rightarrow M$		
$W \rightarrow S$		
$D, M \rightarrow A$		
$M, E \rightarrow A$		

Onleesbare tekst wordt fout gerekend.

MVD	W/O	Motivatie voor uw keuze
$AEMWOSD = AMD \bowtie AMD EWOS$		
$AEMWOSD = EWO D \bowtie EWO AMS$		
$AEMWOSD = D \bowtie AEMWOS$		

10p.

Opgave 4. Beschouw het relatieschema $\mathbf{R} = (\bar{R}, \mathcal{F})$, waarbij de attribootverzameling \bar{R} en de verzameling \mathcal{F} van functionele afhankelijkheden als volgt luiden:

$$\bar{R} = ABCDEF$$

$$\mathcal{F} = \{ABC \rightarrow D, DE \rightarrow C, CD \rightarrow E, EF \rightarrow A\}$$

- (1) Geef in het antwoordblok in iedere regel een zo groot mogelijk rechterlid Y zó dat de functionele afhankelijkheid $X \rightarrow Y$ volgt uit de hierboven gegeven verzameling \mathcal{F} (met andere woorden: Y is de closure $X_{\mathcal{F}}^+$). U hoeft de leden van X niet op te nemen in Y .
- (2) *Omcirkel* in het antwoordblok iedere *sleutel* van \mathbf{R} .
- (3) *Onderstreep* in het antwoordblok iedere *supersleutel* van \mathbf{R} .
- (4) Omcirkel in het antwoordblok de *nummers* van de functionele afhankelijkheden die een schending vormen van de BCNF-eis.

Onleesbare tekst wordt fout gerekend.

	<u>$X \rightarrow Y$</u>
43	$ABCD \rightarrow$
44	$ABCE \rightarrow$
45	$ABCF \rightarrow$
46	$ABDE \rightarrow$
47	$ABDF \rightarrow$
48	$ABEF \rightarrow$
49	$ACDE \rightarrow$
50	$ACDF \rightarrow$
51	$ACEF \rightarrow$
52	$ADEF \rightarrow$
53	$BCDE \rightarrow$
54	$BCDF \rightarrow$
55	$BCEF \rightarrow$
56	$BDEF \rightarrow$
57	$CDEF \rightarrow$
58	$ABCDE \rightarrow$
59	$ABCDF \rightarrow$
60	$ABCEF \rightarrow$
61	$ABDEF \rightarrow$
62	$ACDEF \rightarrow$
63	$BCDEF \rightarrow$
64	$ABCDEF \rightarrow$

10p. **Opgave 5.** Beschouw het relatieschema $\mathbf{R} = (ABCDEFGH, \mathcal{F})$, waarbij:

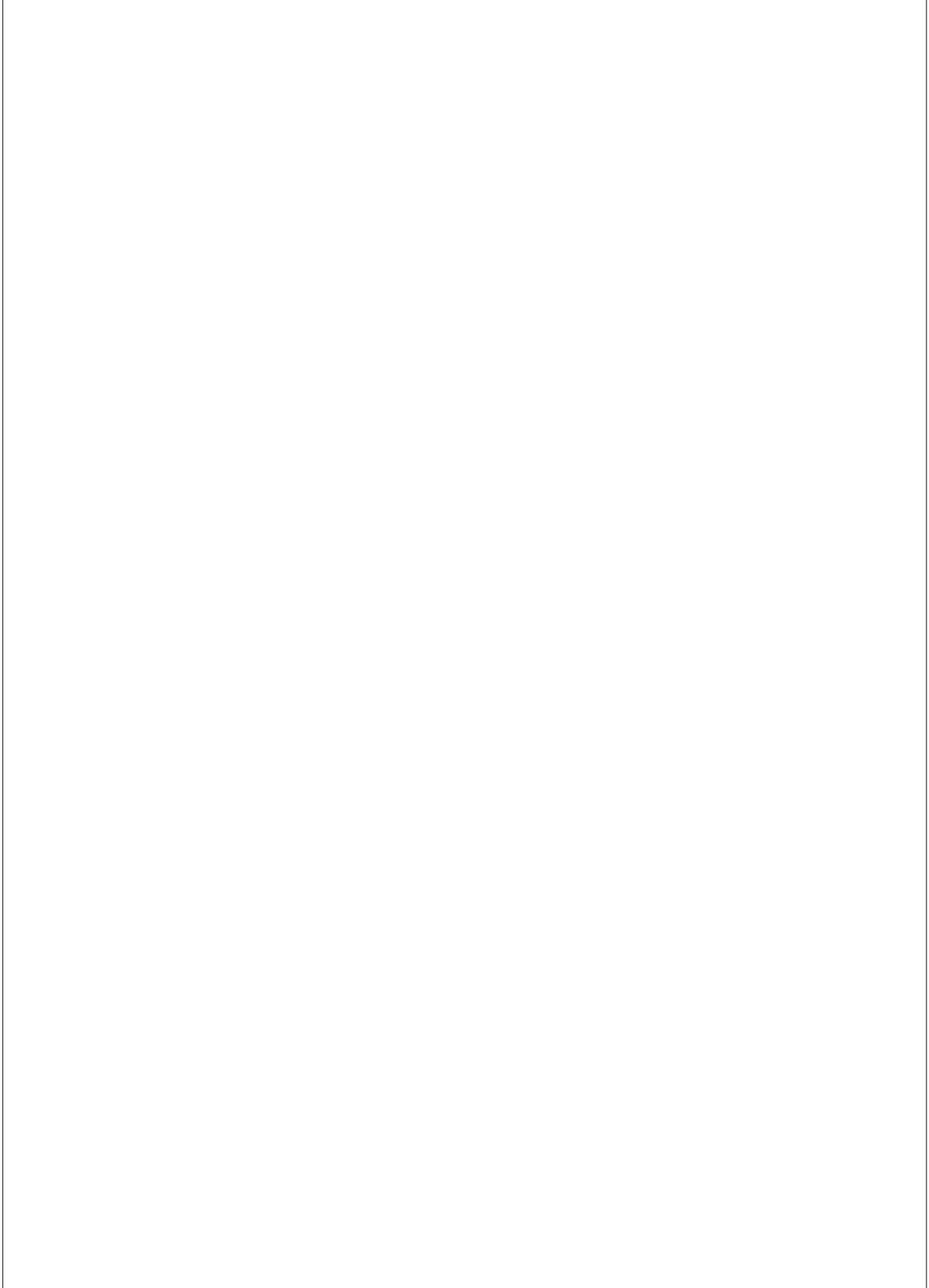
$$\mathcal{F} = \{ABC \rightarrow DE, \quad DE \rightarrow ABC, \quad F \rightarrow G, \quad G \rightarrow H, \quad H \rightarrow F\}$$

Voer in het antwoordblok de volgende opdrachten uit:

- Construeer een lossless decompositie van \mathbf{R} tot schema's die ieder in BCNF staan.
- Verklaar iedere stap zodat het voor de corrector heel duidelijk is hoe u te werk gaat.
- Geef aan of de functionele afhankelijkheden behouden blijven onder de decompositie.

$$\mathcal{F} = \{ABC \rightarrow DE, DE \rightarrow ABC, F \rightarrow G, G \rightarrow H, H \rightarrow F\}$$

Onleesbare tekst wordt fout gerekend.



In de volgende opgavenserie wordt het volgende databaseschema gebruikt:

Class (*name*, *type*, *country*, *guns*, *bore*, *displacement*)

Ship (*name*, *classname*, *launched*)

Battle (*name*, *date*)

Outcome (*shipname*, *battlename*, *result*)

De attributen die tot de sleutel behoren zijn onderstreept.

In *Ship* is *classname* een foreign key verwijzend naar *Class* (*name*).

In *Outcome* is *shipname* een foreign key verwijzend naar *Ship* (*name*).

In *Outcome* is *battlename* een foreign key verwijzend naar *Battle* (*name*).

Schepen die volgens eenzelfde ontwerp worden gebouwd vormen samen een klasse (*class*). Klassen komen in twee typen (*type*): *bb* (voor *battleship*) en *bc* (voor *battlecruiser*). De overige attributen van een klasse zijn: het land (*country*), het aantal kanonnen (*guns*), de diameter in centimeters van de kanonsloop (*bore*), en de waterverplaatsing (*displacement*, gemeten in tonnen). Van een schip is, naast de naam (*name*) en de klassenaam (*classname*), ook nog bekend wanneer het te water is gelaten (*launched*). Van een zeeslag (*battle*) is de naam (*name*) en datum (*date*) bekend. Relatie *Outcome* geeft aan hoe schepen de zeeslagen hebben doorstaan: gezonken, beschadigd of okay (*result* = *sunk*, *damaged*, en *ok*, respectievelijk).

Wanneer we spreken van het *type* van een schip, dan bedoelen we het *type* van de klasse van dat schip; net zo voor de attributen *country*, *guns*, *bore*, *displacement*. Dus alle schepen van een klasse komen uit één land: het land dat in de klasse genoemd staat.

U mag identifiers tot hun eerste letter afkorten. Het schema luidt dan:

C (*n*, *t*, *c*, *g*, *b*, *d*)

S (*n*, *c*, *l*)

B (*n*, *d*)

O (*s*, *b*, *r*)

Geef een SQL formulering van de beschouwde vraag; de SQL formulering moet dicht aansluiten bij de zojuist gegeven uitdrukking (en dus zo weinig mogelijk subqueries hebben). Gebruik *DISTINCT* alleen wanneer het nodig is.

Onleesbare tekst wordt fout gerekend.

Geef ook een formulering van de vraag in Relationele Algebra waarin zoveel mogelijk gebruik gemaakt wordt van de natural join (\bowtie) (in plaats van andere vormen van joins of het Cartesische product):

Onleesbare tekst wordt fout gerekend.

<i>Class</i> (<u><i>name</i></u> , <i>type</i> , <i>country</i> , <i>guns</i> , <i>bore</i> , <i>displacement</i>)	<i>C</i> (<u><i>n</i></u> , <i>t</i> , <i>c</i> , <i>g</i> , <i>b</i> , <i>d</i>)
<i>Ship</i> (<u><i>name</i></u> , <i>classname</i> , <i>launched</i>)	<i>S</i> (<u><i>n</i></u> , <i>c</i> , <i>l</i>)
<i>Battle</i> (<u><i>name</i></u> , <i>date</i>)	<i>B</i> (<u><i>n</i></u> , <i>d</i>)
<i>Outcome</i> (<u><i>shipname</i></u> , <i>battlename</i> , <i>result</i>)	<i>O</i> (<u><i>s</i></u> , <i>b</i> , <i>r</i>)

10p. **Opgave 7.** Formuleer in SQL met een group-by query:

--

Geef voor ieder schip dat met minstens acht andere schepen aan zeeslagen heeft deelgenomen, het aantal zeeslagen waaraan het heeft deelgenomen.

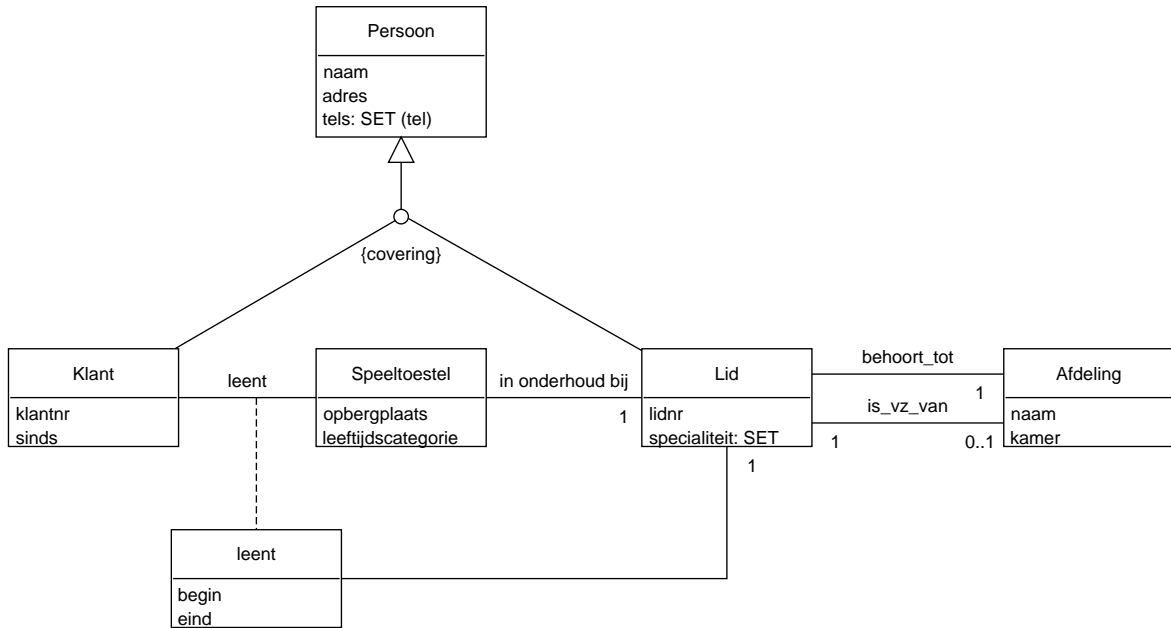
Onleesbare tekst wordt fout gerekend.

Antwoorden

Opgave 1

Antwoord:

(Niet-vermelde multipliciteiten leggen geen beperkingen op: 0..*.)



Antwoord:

In het ERD staat niet: ‘een voorzitter behoort tot de afdeling die hij voorzigt’.

(NB. Deze cycle-eigenschap (over de twee relaties ‘is_vz_van’ en ‘behoort_tot’) is niet in een ERD weer te geven.)

Antwoord:

(NB. De eigenschap ‘een lid is voorzitter van hoogstens één afdeling’, aangegeven met de multipliciteit 0..1 bij de associatie *is_vz_van* aan de kant van *Afdeling*, volgt uit de volgende twee eigenschappen uit de casus: ‘een voorzitter behoort tot de afdeling die hij voorzigt’ en ‘ieder lid behoort tot precies één afdeling’.)

(NB. De eigenschap ‘covering’ bij de generalisatie/specialisatieknoop volgt uit het feit dat in de casus alleen maar van klanten en leden de attributwaarden *naam*, *adres* en *tels* worden bijgehouden.)

Opgave 2

Antwoord:

- $A(a1, a2, \text{primary key } (a1))$
- $B(a1, b1, \text{primary key } (a1), \text{foreign key } (a1) \text{ references } A(a1))$
- $B2s(a1, b2, \text{primary key } (a1, b2), \text{foreign key } (a1) \text{ references } B(a1))$
- $C(a1, c1, c2, a1B, a1C,$
 primary key $(a1),$

foreign key $(a1)$ references $A(a1)$,
 foreign key $(a1B, a1C)$ references $D(a1B, a1C)$
 $D(a1B, a1C, d1, d2)$,
 primary key $(a1B, a1C)$,
 foreign key $(a1B)$ references $B(a1)$,
 foreign key $(a1C)$ references $C(a1)$

Toelichting.

Entiteiten B en C zijn niet opgenomen in de tabel voor alle entiteiten A omdat dan NULLs nodig zijn om een A -instantie te representeren die geen B - of C -instantie is.

Voor iedere B -instantie met key $a1$ representeert de verzameling $\{b2 \mid (a1, b2) \in B2s\}$ de verzameling van $b2$ -waarden van die instantie.

Entiteit S is niet als aparte tabel nodig, omdat S -instanties gerepresenteerd worden in het attribuutpaar $(a1B, a1C)$ van C (daarbij gebruik makend van de eigenschap dat er bij iedere C -instantie precies één D -instantie is waarmee die in relatie S zit).

Relatie R is, per definitie, identiek aan relatie-entiteit D .

Antwoord:

Nee

Antwoord:

Voeg toe aan schema B : foreign key $(a1)$ references $C(a1)$.

Opgave 3

Antwoord:

FD	W/O	Motivatie voor uw keuze
$O, E \rightarrow W$	O	O kan binnen E twee werknemers W_1 en W_2 ondersteunen.
$O, W \rightarrow E$	O	Zelfs met (5) en a : O kan W ondersteunen bij zowel E_1 als ook E_2 .
$O, W, E \rightarrow M$	W	Volgt al uit $E \rightarrow M$ (regel 3: <i>de manager</i>).
$W \rightarrow S$	W	Regel (6): <i>de salarisschaal</i> .
$D, M \rightarrow A$	O	Zie c : M kan uitstapjes organiseren voor A_1 en A_2 op één datum D .
$M, E \rightarrow A$	W	Uit d volgt al $E \rightarrow A$. (Motivatie “regel b ” is fout.)

Antwoord:

MVD	W/O	Motivatie voor uw keuze
$AEMWOSD = AMD \bowtie AMD EWOS$	W	triviaal; ook: AMD ($= \text{lhs} \cap \text{rhs}$) is superkey van lhs
$AEMWOSD = EWO D \bowtie EWO AMS$	W	EWO ($= \text{lhs} \cap \text{rhs}$) is superkey van rhs
$AEMWOSD = D \bowtie AEMWOS$	O	verband tussen D en M, A gaat verloren

Opgave 4

Antwoord:

	X	\rightarrow	Y
43	$ABCD$	\rightarrow	E
44	$ABCE$	\rightarrow	D
45	$ABCF$	\rightarrow	DE
46	$ABDE$	\rightarrow	C
47	$ABDF$	\rightarrow	
48	$ABEF$	\rightarrow	
49	$ACDE$	\rightarrow	
50	$ACDF$	\rightarrow	E
51	$ACEF$	\rightarrow	
52	$ADEF$	\rightarrow	C
53	$BCDE$	\rightarrow	
54	$BCDF$	\rightarrow	AE
55	$BCEF$	\rightarrow	AD
56	$BDEF$	\rightarrow	AC
57	$CDEF$	\rightarrow	A
58	$ABCDE$	\rightarrow	
59	$ABCDF$	\rightarrow	E
60	$ABCEF$	\rightarrow	D
61	$ABDEF$	\rightarrow	C
62	$ACDEF$	\rightarrow	
63	$BCDEF$	\rightarrow	A
64	$ABCDEF$	\rightarrow	

Toelichting.

Let op: iedere key is ook een superkey, omgekeerd is dit niet het geval.

Opgave 5

Antwoord:

Let op: $G \rightarrow F$ volgt uit \mathcal{F} en zal dus (bij een correcte redenering) een FD worden van een component met attributen $FG\dots$, ook al zit H daar niet bij. Net zo: $H \rightarrow G$ volgt uit \mathcal{F} , en zal dus een FD worden van een component met attributen $GH\dots$, ook al zit F daar niet bij.

We passen het BCNF-algoritme toe.

- We bekijken $\mathbf{R} = (ABCDEFGH, \mathcal{F})$.

Van de gegeven \mathcal{F} zijn alle leden een schending van de BCNF-eis voor \mathbf{R} ; bijvoorbeeld voor $ABC \rightarrow DE$: de FD is niet-triviaal en het linkerlid is geen sleutel: $ABC_{\mathcal{F}}^+ = ABCDE \neq ABCDEFGH$. We kiezen (zomaar) de eerste, $ABC \rightarrow DE$, ter eliminatie. Dus splitsen we \bar{R} in $\bar{R}_1 = ABCDE$ en $\bar{R}_2 = ABC \not\subseteq FGH = ABCFGH$. Dit levert schema's $\mathbf{R}_i = (\bar{R}_i, \mathcal{F}_i)$, waarbij \mathcal{F}_i (een basis voor) de inperking is van \mathcal{F}^+ tot \bar{R}_i . Dus, $\mathbf{R}_1 = (ABCDE, \{ABC \rightarrow DE, DE \rightarrow ABC\})$ en $\mathbf{R}_2 = (ABCFGH, \{F \rightarrow G, G \rightarrow H, H \rightarrow F\})$.

- We bekijken nu $\mathbf{R}_1 = (ABCDE, \{ABC \rightarrow DE, DE \rightarrow ABC\})$.

In \mathbf{R}_1 is zowel ABC als ook DE een sleutel, dus zijn $ABC \rightarrow DE$ en $DE \rightarrow ABC$ geen schending van de BCNF-conditie, en dus staat \mathbf{R}_1 in BCNF.

- We bekijken nu $\mathbf{R}_2 = (ABCFGH, \{F \rightarrow G, G \rightarrow H, H \rightarrow F\})$.

In \mathbf{R}_2 zijn $F \rightarrow G$, $G \rightarrow H$ en $H \rightarrow F$ alledrie een schending van de BCNF-conditie; voor $F \rightarrow G$ is de reden dat die niet-triviaal is en F geen sleutel is in \mathbf{R}_2 (want $F_{\mathcal{F}_2}^+ = FGH \neq ABCFGH$).

Antwoord:

select distinct $c1.c$, $c2.c$
 from C $c1$, C $c2$, S $s1$, S $s2$, O $o1$, O $o2$
 where $c1.c <> c2.c$ and

$c1.n=s1.c$ and $s1.n=o1.s$ and $c2.n=s2.c$ and $s2.n=o2.s$ and $o2.b=o1.b$

NB Elk landenpaar l_1, l_2 wordt tweemaal opgeleverd, nml. als (l_1, l_2) en als (l_2, l_1) ; dit kan voorkomen worden door $c1.c <> c2.c$ te vervangen door $c1.c < c2.c$.

Antwoord:

$\pi_{cc1, cc2} (\sigma_{cc1 \neq cc2} (C1 \bowtie S1 \bowtie O1 \bowtie C2 \bowtie S2 \bowtie O2))$

Hierbij zijn met renaming nieuwe relaties gedefinieerd:

$C1 = C[cn1, cc1, \dots]$ en $S1 = S[sn1, cn1, sl1]$ en $O1 = O[sn1, bn, r1]$

$C2 = C[cn2, cc2, \dots]$ en $S2 = S[sn2, cn2, sl2]$ en $O2 = O[sn2, bn, r2]$

Opgave 7

Antwoord:

select $o.s$, count (distinct $o.b$)
 from O o , O $o1$
 where $o.b = o1.b$ and $o.s <> o1.s$
 group by $o.s$
 having count (distinct $o1.s$) $>= 8$

Toelichting.

In plaats van de having-conditie ‘count (distinct $o1.s$) $>= 8$ ’ kun je ook nemen ‘count (distinct $o1.s$) > 8 ’ indien je dan tegelijk de where-conditie ‘ $o.s <> o1.s$ ’ schrapt.

Hier is —voor de liefhebbers— een formele afleiding van de group-by query:

$$\begin{aligned}
 & \{s \mid \text{“}s \text{ nam met } \geq 8 \text{ schepen deel aan zeeslagen”} \bullet (s.n, \#\text{“zeeslagen waaraan } s \text{ deel nam”})\} \\
 = & \{s \mid 8 \leq \#\{s' \mid \text{“}s \text{ samen met } s' \neq s \text{ in 'n zeeslag”} \bullet s'.n\} \bullet (s.n, \#\{b \mid \text{“}s \text{ nam deel aan } b \text{”} \bullet b.n\})\} \\
 = & \{s \mid 8 \leq \#A_{s.n} \bullet (s.n, \#B_{s.n})\} \\
 & \text{met } A_x = \{s' \mid s'.n \neq x \wedge \text{“}x \text{ samen met } s' \text{ in één zeeslag”} \bullet s'.n\} \\
 & \quad = \{s' \mid s'.n \neq x \wedge (\exists o, o'; b \mid x=o.s \wedge o.b=b.n=o'.b \wedge o'.s=s'.n) \bullet s'.n\} \\
 & \quad = \{s'; o, o'; b \mid s'.n \neq x=o.s \wedge o.b=b.n=o'.b \wedge o'.s=s'.n \bullet s'.n\} \\
 & \quad = \{o, o' \mid (\exists s' \bullet s'.n=o'.s) \wedge (\exists b \bullet b.n=o.b) \wedge o'.s \neq x=o.s \wedge o.b=o'.b \bullet o'.s\} \\
 & \quad = \{o, o' \mid o'.s \neq x=o.s \wedge o.b=o'.b \bullet o'.s\} \\
 = & \quad [\text{streef naar dezelfde vorm als die van } A_x] \\
 & \{s \mid 1 \leq \#A_{s.n} \wedge 8 \leq \#A_{s.n} \bullet (s.n, \#B_{s.n})\} \\
 = & \{s \mid (\exists o, o' \bullet o'.s \neq o.s = s.n \wedge o.b=o'.b) \wedge 8 \leq \#A_{s.n} \bullet (s.n, \#B_{s.n})\} \\
 = & \{s; o, o' \mid o'.s \neq o.s = s.n \wedge o.b=o'.b \wedge 8 \leq \#A_{s.n} \bullet (s.n, \#B_{s.n})\} \\
 = & \{o, o' \mid o'.s \neq o.s \wedge (\exists s \bullet s.n=o.s) \wedge o.b=o'.b \wedge 8 \leq \#A_{o.s} \bullet (o.s, \#B_{o.s})\} \\
 = & \{o, o' \mid o'.s \neq o.s \wedge o.b=o'.b \wedge 8 \leq \#A_{o.s} \bullet (o.s, \#B_{o.s})\} \\
 & \text{met } B_x = \{b \mid \text{“}x \text{ nam deel aan } b \text{”} \bullet b.n\} \\
 & \quad = \{b \mid (\exists o \bullet b.n = o.b \wedge o.s = x) \bullet b.n\} \\
 & \quad = \{b; o \mid b.n = o.b \wedge o.s = x \bullet b.n\} \\
 & \quad = \{o \mid (\exists b \bullet b.n = o.b) \wedge o.s = x \bullet o.b\} \\
 & \quad = \{o \mid o.s = x \bullet o.b\} \\
 & \quad [\text{streef naar gelijke vorm met } A_x] \\
 & \{o \mid o.s = x \wedge (\exists o' \bullet x \neq o'.s \wedge o.b = o'.b) \bullet o.b\} \\
 = & \{o, o' \mid o.s = x \neq o'.s \wedge o.b = o'.b \bullet o.b\}
 \end{aligned}$$

Opgave 8

Antwoord:

Korthedshalve laten we de typering achterwege (en korten dus $b : B$ af tot b , et cetera).

$$\begin{aligned}
& \{s \mid (\forall b \mid \text{“}s \text{ neemt deel aan } b\text{”} \bullet (\exists s' \mid \text{“}s' \text{ vóór } s \text{ te water”} \bullet \text{“}s' \text{ neemt deel aan } b\text{”})) \bullet s.n\} \\
= & \quad [\text{formalisering}] \\
& \{s \mid (\forall b \mid (\exists o \bullet s.n = o.s \wedge o.b = b.n) \bullet (\exists s' \mid s'.l < s.l \bullet (\exists o' \bullet s'.n = o'.s \wedge o'.b = b.n))) \bullet s.n\} \\
= & \quad [\text{shunting}] \\
& \{s \mid (\forall b; o \mid s.n = o.s \wedge o.b = b.n \bullet (\exists s'; o' \mid s'.l < s.l \bullet s'.n = o'.s \wedge o'.b = b.n)) \bullet s.n\} \\
= & \quad [\text{shunting}] \\
& \{s \mid (\forall o \mid (\exists b \bullet o.b = b.n) \wedge s.n = o.s \bullet (\exists s'; o' \mid s'.l < s.l \bullet s'.n = o'.s \wedge o'.b = o.b)) \bullet s.n\} \\
= & \quad [\text{in } O \text{ is } b \text{ foreign key naar } B(n); \text{ dus voor } o \text{ geldt: } \exists b \bullet o.b = b.n] \\
& \{s \mid (\forall o \mid s.n = o.s \bullet (\exists s'; o' \mid s'.l < s.l \bullet s'.n = o'.s \wedge o'.b = o.b)) \bullet s.n\} \\
= & \quad [\text{predicatencalculus}] \\
& \{s \mid \neg (\exists o \mid s.n = o.s \bullet \neg (\exists s'; o' \mid s'.l < s.l \bullet s'.n = o'.s \wedge o'.b = o.b)) \bullet s.n\} \\
= & \quad [\text{vertaling naar sql}] \\
& \text{select } s.n \text{ from } S \text{ } s \text{ where not exists (} \\
& \quad \text{select } * \text{ from } O \text{ } o \text{ where } s.n = o.s \text{ and not exists (} \\
& \quad \quad \text{select } * \text{ from } S \text{ } s1, O \text{ } o1 \text{ where } s1.l < s.l \text{ and } s1.n = o1.s \text{ and } o1.b = o.b))
\end{aligned}$$

Toelichting.

Uit de een-na-laatste formulering in verzamelingsnotatie volgen onmiddellijk ook de volgende:

$$\begin{aligned}
& \{s \mid (\forall o \mid s.n = o.s \bullet o.b \in \{s'; o' \mid s'.l < s.l \wedge s'.n = o'.s \bullet o'.b\}) \bullet s.n\} \\
& \{s \mid \{o \mid s.n = o.s \bullet o.b\} \subseteq \{s'; o' \mid s'.l < s.l \wedge s'.n = o'.s \bullet o'.b\} \bullet s.n\} \\
& \{s \mid \{o \mid s.n = o.s \bullet o.b\} \setminus \{s'; o' \mid s'.l < s.l \wedge s'.n = o'.s \bullet o'.b\} = \emptyset \bullet s.n\}
\end{aligned}$$

De eerste en laatste hiervan geven bij directe vertaling naar SQL de volgende queries:

$$\begin{aligned}
& \text{select } s.n \text{ from } S \text{ } s \text{ where not exists (} \\
& \quad \text{select } * \text{ from } O \text{ } o \text{ where } s.n = o.s \text{ and } o.b \text{ not in (} \\
& \quad \quad \text{select } o1.b \text{ from } S \text{ } s1, O \text{ } o1 \text{ where } s1.l < s.l \text{ and } s1.n = o1.s)) \\
= & \text{select } s.n \text{ from } S \text{ } s \text{ where not exists (} \\
& \quad \text{select } o.b \text{ from } O \text{ } o \text{ where } s.n = o.s \\
& \quad \text{except} \\
& \quad \text{select } o1.b \text{ from } S \text{ } s1, O \text{ } o1 \text{ where } s1.l < s.l \text{ and } s1.n = o1.s)
\end{aligned}$$

Opgave 9

Antwoord:

- (1) Bij een index voor attribuut A zijn de rijen met gegeven waarde voor A efficiënt te vinden.
- (2) De rijen (hooguit één) met gegeven waarde voor de primary key moeten vaak gevonden worden: om bij toevoegingen en wijzigingen te controleren of er geen rijen met gelijke primary keys ontstaan, en bij joins met ander tabellen. Dus, (3) een *index* op de *primary key* verhoogt de efficiëntie van zowel deze controle, als ook de joins.

Opgave 10

Antwoord:

Een locking protocol is *two-phase* wanneer voor alle transacties geldt dat gedurende de transactie er éérst een fase is waarin de locks verkregen worden, en er vervolgens een fase is waarin de locks vrijgegeven worden.

Antwoord:

Serialiseerbaarheid, dat wil zeggen dat elke wijziging van de database door verscheidene *gelijktijdig* uitgevoerde transacties ook bewerkstelligd kan worden door de transacties *na* elkaar uit te voeren (in een daartoe geschikt gekozen volgorde).