

Naam: ..... Collegekaart-nummer: .....

- Legitimatie verplicht.
- Tijdens de eerste 30 minuten mag de zaal niet worden verlaten.
- Op de tafel: legitimatie, tentamenvel, schrijfgerei, rekenmachine, A4tje met aantekeningen, eten, drinken.
- Niet op de tafel: al het overige, in het bijzonder telefoon en/of apparaten met internet.
- Het gebruik van markeerstiften is niet toegestaan.
- Als je naar het toilet wilt, steek dan een vinger op om een surveillant te waarschuwen. Hij of zij zal je toestemming geven om te gaan en met je meelopen naar het toilet. Toiletbezoek is niet toegestaan tijdens het eerste en het laatste halfuur van het tentamen. Redelijkerwijs gaat de surveillant er vanuit dat je hooguit éénmaal tijdens het tentamen het toilet bezoekt.
- Het is verboden een apparaat met internettoegang mee naar het toilet te nemen.
- Verplicht inleveren: alle antwoordbladen, ook als ze leeg zijn.
- Niet verplicht inleveren: de opgavenbladen.
- Nadat de zaal is verlaten, is het niet toegestaan te verblijven in de gangen/hal direct buiten de zaal in verband met geluidsoverlast.
- De instructies van de surveillant dienen te worden opgevolgd.

## Meerkeuze antwoorden

- Bij elke vraag is steeds precies één antwoord het juiste. In enkele gevallen kunnen andere antwoorden “bijna juist” of “deels juist” zijn. In dergelijke gevallen geldt het beste antwoord.
- Antwoord in de daarvoor bestemde vakjes door een kruisje te plaatsen. Heb je je vergist, kras dan het kruisje door, en zet een kruisje in een ander vakje.
- Het is mogelijk om aan de surveillant een nieuw antwoordvel te vragen. Onze voorraad vellen is eindig, first come first serve.
- Omdat er verschillende versies van de opgaven bestaan, correspondeert de volgorde van de meerkeuzevragen opgaven niet altijd met de volgorde van de stof zoals die behandeld is in de colleges.

Succes!

|    | A | B | C | D |
|----|---|---|---|---|
| 1. |   |   |   |   |
| 2. |   |   |   |   |
| 3. |   |   |   |   |
| 4. |   |   |   |   |
| 5. |   |   |   |   |
| 6. |   |   |   |   |
| 7. |   |   |   |   |
| 8. |   |   |   |   |

|     | A | B | C | D |
|-----|---|---|---|---|
| 9.  |   |   |   |   |
| 10. |   |   |   |   |
| 11. |   |   |   |   |
| 12. |   |   |   |   |
| 13. |   |   |   |   |
| 14. |   |   |   |   |
| 15. |   |   |   |   |
| 16. |   |   |   |   |

|     | A | B | C | D |
|-----|---|---|---|---|
| 17. |   |   |   |   |
| 18. |   |   |   |   |
| 19. |   |   |   |   |
| 20. |   |   |   |   |
| 21. |   |   |   |   |
| 22. |   |   |   |   |
| 23. |   |   |   |   |
| 24. |   |   |   |   |

Kladpapier.

## Meerkeuzevragen

1. De verzameling  $[0, 1]$  bezit  $[\dots]$  elementen als/dan de verzameling  $\mathbb{R}$ .

- (a) minder
- (b) evenveel
- (c) meer
- (d) Het goede antwoord staat er niet bij.

2. De Koch curve, waarvan hieronder het begin getoond wordt,



kan worden gegenereerd met de volgende Lindenmayer formule:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Axioma: } F \\ \text{Productieregel:} \end{array} \right.$$

- (a)  $F \rightarrow F + F - - F + F$
  - (b)  $F \rightarrow F - - F + F$
  - (c)  $F \rightarrow F + F - F + F$
  - (d)  $F \rightarrow F + + F - F + + F$
3. Laat  $X \subseteq [0, 1]$  bestaan uit decimale representaties van alle realisaties van het volgende experiment: net zo lang gooien met een dobbelsteen totdat een zes verschijnt. Dus  $0.154336 \in X$ , maar ook  $0.5152434222141543 \dots \in X$ . Welke eigenschappen bezit deze verzameling?

- i) Aftelbaar.
- ii) Als we (uniform) willekeurig een getal  $r$  prikken in  $[0, 1]$ , dan is de kans dat  $r \in X$  gelijk aan 0.

- (a) Geen.
- (b) Alleen i).
- (c) Alleen ii).
- (d) Beiden.

4. Wat is een registermachine?

- (a) Een eenvoudig rekenmodel welke Turing-compleet is.
- (b) Een eenvoudig rekenmodel welke niet Turing-compleet is.
- (c) Een machine met een eindig aantal registers welke Turing-compleet is.
- (d) Een machine met een eindig aantal registers en vier elementaire instructies.

5. Welke van de volgende twee vraagstukken is beslisbaar?

- i) Of er aliens bestaan in het heelal.
- ii) Of een gegeven programma ooit meer dan 2GB aan RAM geheugen zal gebruiken.

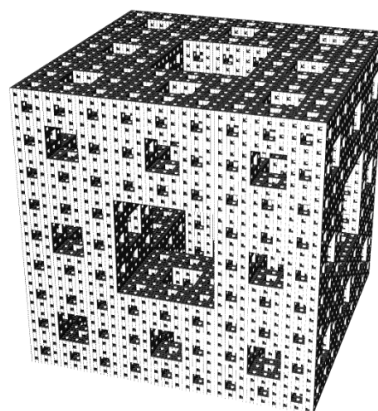
- (a) i) en ii).
- (b) Alleen uitspraak i).
- (c) Alleen uitspraak ii).
- (d) Geen van beide uitspraken is waar.

6. Een stuk code in een inputloos (en deterministisch) Java-programma wordt aangemerkt als *zinloos* of *disfunctioneel* (Eng.: *dead*), als deze nooit wordt bereikt bij de uitvoering van dat programma. Grote programma's bevatten vaak veel zinloze stukken code, en het zou handig zijn als compilers zulke fragmenten zouden kunnen identificeren.

Het herkennen van stukken zinloze code in computer-programma's is echter onbeslisbaar. Hoe zou dat kunnen worden aangetoond?

- (a) Door het zinloze code probleem equivalent te bewijzen aan stopprobleem.
- (b) Door het stopprobleem equivalent te bewijzen aan het zinloze code probleem.
- (c) Door het zinloze code probleem te reduceren naar het stopprobleem.
- (d) Door het stopprobleem te reduceren naar het zinloze code probleem.

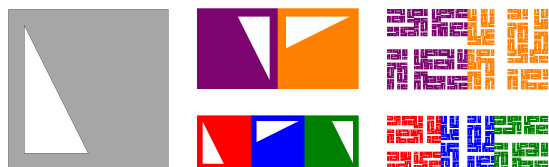
7. De fractale dimensie van Menger's spons



is gelijk aan

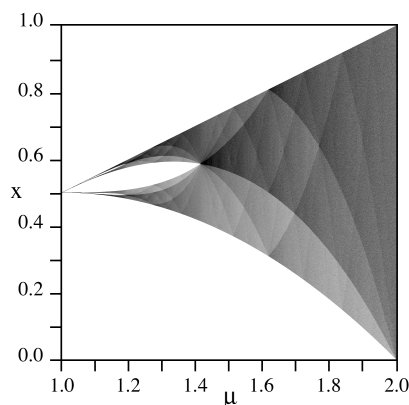
- (a)  $\log 3 / \log 27$
- (b)  $\log 27 / \log 3$
- (c)  $\log 3 / \log 20$
- (d)  $\log 20 / \log 3$

8. Hieronder zie je de eerste en de tiende iteratie van een IFS fractal. De verkleiningsfactor van de vierkanten zijn 2 respectievelijk 3.



Geef een zo nauwkeurig mogelijk antwoord. De Hausdorff dimensie van deze fractal is bevat in

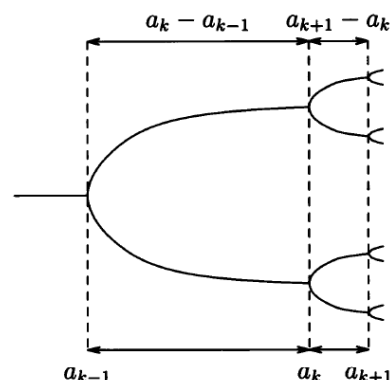
- (a) (1.465, 2)  
 (b) (1.465, 2.322)  
 (c) (1.791, 2)  
 (d) (1.791, 2.322)
9. Het Gödel-nummer van "Abba" in ASCII is:
- (a)  $2^{65}3^{98}5^{98}7^{97}$ .  
 (b)  $2^{65} + 3^{98} + 5^{98} + 7^{97}$ .  
 (c)  $65^298^398^597^7$ .  
 (d)  $65^2 + 98^3 + 98^5 + 97^7$ .
10. Welke van de volgende uitspraken zijn waar?
- i) Conway's game of life is tijd-reversibel.  
 ii) Langton's ant is tijd-reversibel.
- (a) i) en ii).  
 (b) Alleen uitspraak i).  
 (c) Alleen uitspraak ii).  
 (d) Het goede antwoord staat er niet bij.
11. Wat stelt de volgende afbeelding voor?



- (a) Een bifurcatie-diagram.  
 (b) Een fase-diagram.  
 (c) Een fase-plot.  
 (d) Het goede antwoord staat er niet bij.

12. Geef de eerste 10 rotaties van Langton's mier met code RLR.
- (a) RLRRRLRRR  
 (b) RRLRRRLRR  
 (c) RRRLRRRLR  
 (d) RRRRLRRRL

13. Bekijk het bifurcatiediagram van de logistieke afbeelding:



De limiet van de rij  $d_1, d_2, d_3, d_4, \dots$  waarbij

$$d_k = \frac{a_k - a_{k-1}}{a_{k+1} - a_k}$$

heeft een naam.

- (a) De constante van Feigenbaum.  
 (b) De constante van Langton.  
 (c) De constante van Poincaré.  
 (d) De constante van Turing.
14. Geef de  $\lambda$  van een 1D CA met  $K = 3, R = 1$ , waarbij de volgende toestand van een cel de som van de omgeving is, modulo drie.
- (a)  $1/3$ .  
 (b)  $2/3$ .  
 (c)  $3/7$ .  
 (d)  $4/7$ .
15. Het schaduwlemma voor chaotische systemen kan informeel als volgt worden samengevat:
- (a) Alle reële trajecten worden geschaduwd door berekende trajecten.  
 (b) Alle berekende trajecten worden geschaduwd door reële trajecten.  
 (c) Sommige reële trajecten worden geschaduwd door berekende trajecten.  
 (d) Sommige berekende trajecten worden geschaduwd door reële trajecten.
16. Een spinnenweb-diagram wordt gebruikt voor het inzichtelijk maken van het gedrag van ...

- (a) ... een semi-periodieke 1-dimensionale functie.
- (b) ... een semi-periodieke 2-dimensionale functie.
- (c) ... een geïtereerde 1-dimensionale functie.
- (d) ... een geïtereerde 2-dimensionale functie.
17. Gegeven is een 1D CA met  $K$  verschillende toestanden en radius  $R$ . Hoeveel verschillende waarden kan Langton's  $\lambda$  aannemen voor deze CA?
- (a)  $K^{2R}$ .
- (b)  $K^{2R+1}$ .
- (c)  $K^{2R} + 1$ .
- (d)  $K^{2R+1} + 1$ .
18. Wat is GEEN eigenschap van chaotisch gedrag?
- Tip: als je moeite hebt met dubbele ontkenningen—wat eigenlijk niet zou mogen omdat je een logicacursus gevolgd hebt—omcirkel dan de antwoorden die WEL eigenschappen van chaotisch gedrag betreffen. Wat dan overblijft zou dan je antwoord moeten zijn.
- (a) Het is non-deterministisch (= het is onbepaald in de tijd).
- (b) Het is gevoelig voor perturbaties (= het is gevoelig voor kleine veranderingen in startwaarden).
- (c) De verzameling periodieke punten ligt dicht in de toestandruimte.
- (d) Het mixt (er is een punt dat, geïtereerd, dicht ligt in de toestandruimte).
19. De functie  $x \mapsto x + 1 \pmod{2\pi}$  is
- (a) Periodiek.
- (b) Semi-periodiek.
- (c) Convergent.
- (d) Chaotisch.
20. Jarkko Kari publiceerde in 2009 een stelling over cellulaire automaten. Deze zegt het volgende.
- (a) Er is een configuratie welke oneindig vaak steeds preciezer terugkomt.
- (b) Er is een configuratie welke vanaf een bepaald moment oneindig vaak terugkomt.
- (c) Er is een configuratie welke vanaf een bepaald moment op alle volgende tijdstippen terugkomt.
- (d) Er is een configuratie welke vanaf een bepaald moment op alle volgende tijdstippen steeds preciezer terugkomt.
21. Gegeven is strategie-profiel  $((0.3, 0.7), (0.2, 0.8))$ .
- |   |        |        |
|---|--------|--------|
|   | C      | D      |
| C | (2, 9) | (0, 5) |
| D | (1, 7) | (6, 0) |
- (a) De opbrengst van de rij-speler is 3.62.
- (b) De verwachte opbrengst van de rij-speler is 3.62.
- (c) De minimale opbrengst van de rij-speler is 2.63.
- (d) De maximale opbrengst van de rij-speler is 2.63.
22. Welk van de volgende spelen is een coördinatie-spel
- (a) Game of chicken.
- (b) Stag hunt.
- (c) Battle of the sexes.
- (d) Matching pennies.
23. Hoeveel pure Nash-evenwichten bezit het volgende matrix-spel?
- |   |        |        |         |
|---|--------|--------|---------|
|   | L      | M      | R       |
| T | (1, 8) | (8, 7) | (9, 2)  |
| M | (4, 3) | (1, 2) | (7, 10) |
| B | (3, 6) | (4, 8) | (0, 2)  |
- (a) 0.
- (b) 1.
- (c) 2.
- (d) 3.
24. Geef alle Nash-evenwichten van
- |   |         |         |
|---|---------|---------|
|   | C       | D       |
| C | (1, -1) | (0, 4)  |
| D | (-1, 0) | (1, -1) |
- Zoals gebruikelijk staat  $(p, q)$  voor het strategieprofiel waarbij de rij-speler met kans  $p$ , en de kolom-speler met kans  $q$  samenwerkt.
- (a)  $\{(1/6, 1/4)\}$ .
- (b)  $\{(1/4, 1/6)\}$ .
- (c)  $\{(1/6, 1/3)\}$ .
- (d)  $\{(1/3, 1/6)\}$ .

Einde. Antwoorden in de loop van de avond.

Kladpapier.