

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

- Legitimatie verplicht.
- Je mag tijdens de eerste 30 minuten de tentamenzaal niet verlaten.
- Op de tafel: legitimatie, tentamenvel, schrijfgerei, A4tje met aantekeningen, eten, drinken.
- Niet op de tafel: al het overige. (Eigen kladpapier, etui, dictaat, slides, elektronische apparatuur incl. smartphones, rekenmachine, mobiel.)
- Het gebruik van markeerstiften is niet toegestaan.
- Als je naar het toilet wilt, steek je je 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 telefoon of vergelijkbare elektronische apparaten mee naar het toilet te nemen.
- Verplicht inleveren: alle antwoordbladen, ook als ze leeg zijn.
- Niet inleveren: de opgavenbladen.
- Nadat je de tentamenzaal hebt verlaten, is het niet toegestaan je op te houden in de gangen/hal direct buiten de tentamenzaal in verband met geluidsoverlast en toiletbezoek. Je volgt de instructies van de surveillant op.

## 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. Zwermgedrag verloopt in de volgende gevallen deterministisch.

- i) Als in Netlogo de random-generator wordt gestart met een vaste seed.
- ii) Als individuen (vogels, boids) in een vaste volgorde hun routine uitvoeren.

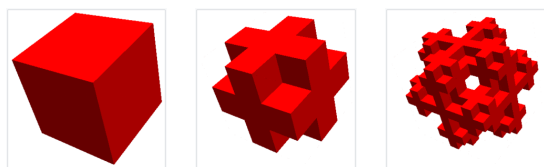
- (a) *i* en *ii*).
- (b) Alleen uitspraak *i*).
- (c) Alleen uitspraak *ii*).
- (d) Geen van beide uitspraken is waar.

2. Welke van de volgende twee uitspraken is waar?

- i) Een lijnstuk heeft dezelfde kardinaliteit als het eenheidsvierkant.
- ii) Het eenheidsvierkant heeft dezelfde kardinaliteit als het platte vlak.

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

3. De *Moseley sneeuwvlok Type 1* ontstaat door puntsymmetrisch kleinere kubussen weg te nemen volgens onderstaand diagram.



De Hausdorff dimensie van deze fractal is gelijk aan

- (a)  $\log 18 / \log 3 \approx 2.631$ .
- (b)  $\log 19 / \log 3 \approx 2.680$ .
- (c)  $\log 21 / \log 3 \approx 2.771$ .
- (d)  $\log 22 / \log 3 \approx 2.814$ .

4. Conways Game of Life ...

- i) ... is Turing-compleet.
- ii) ... is totalitair.

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

5. Welke van de volgende twee uitspraken zijn waar?

- i) Er zijn 1D CA's die Turing compleet zijn.
- ii) 1D CA's met  $\lambda \in [0.45, 0.55]$  vertonen complex gedrag.

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

6. Welke van de volgende twee vraagstukken is beslisbaar?

- i) Of er aliens bestaan in het heelal.
- ii) Of een gegeven programma minder dan 2GB aan RAM geheugen gebruikt.

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

7. Welke notie heeft GEEN betrekking op verzamelingen?

- (a) Opsombaarheid
- (b) Berekenbaarheid.
- (c) Beslisbaarheid.
- (d) Semi-beslisbaarheid.

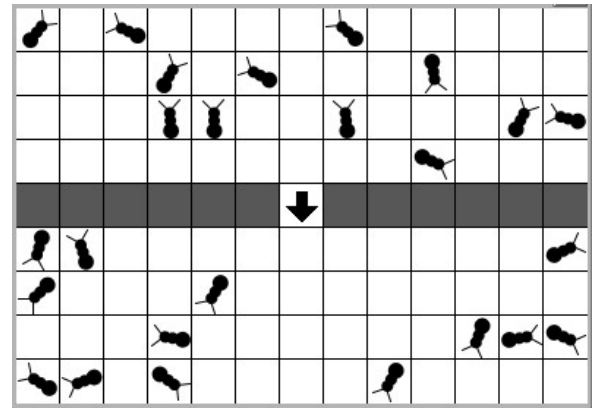
8. The Computational Beauty of Nature. Zowel op de site van het boek als in het boek zelf vermeldt Flake dat zijn betoog herhaaldelijk teruggrijpt op drie ideeën. ("Basically, there are three key ideas that keep reappearing throughout the book.")

- (a) – Het geheel is groter dan de som der delen.
- Het meest interessante spul zit in het midden.
- Wetenschap is gedoemd tot onzekerheid—maar dat is goed.
- (b) – Complexe entiteiten kunnen altijd herleid worden tot fundamentele entiteiten.
- De werkelijkheid kan uitsluitend door fysische eigenschappen beschreven worden.
- Wetenschap is intersubjectief—maar dat is goed.
- (c) – Eigenschappen horen niet wezenlijk tot de systemen zelf: ze zijn verzonnen door mensen.
- Zelf-organiserende systemen vertonen emergent gedrag.
- Wetenschap is nooit af—maar dat is goed.
- (d) Het goede antwoord staat er niet bij.

9. Geef de pure Nash-evenwichten van

	C	D
C	(0, 1)	(1, 1)
D	(0, 1)	(1, 0)

- (a) CC, CD  
 (b) CC, CD, DC  
 (c) CD, DC  
 (d) Het goede antwoord staat er niet bij.
10. Hoeveel cellen bezit een Von Neumann omgeving in 4D?
- (a) 9  
 (b) 27  
 (c) 81  
 (d) Het goede antwoord staat er niet bij.
11. Welke van de hieronder gegeven termen zijn alternatieve aanduidingen voor de term “iterated function system”?
- i) Iterated non-linear fractal.  
 ii) Multiple reduction copy machine.  
 iii) A system of linear contractions.  
 iv) Recursive function system.
- (a) i) en ii).  
 (b) ii) en iii).  
 (c) iii) en iv).  
 (d) Het goede antwoord staat er niet bij.
12. Chaotisch gedrag is *ergodisch*. Wat betekent dat?
- (a) Voor elke toestand, en elke omgeving van die toestand, hoe klein ook, komt het proces vroeg of laat in die omgeving.  
 (b) Voor elke bezochte toestand, en voor elke omgeving van die toestand, hoe klein ook, komt het proces vroeg of laat in die omgeving.  
 (c) Er zijn toestanden zo dat, voor elke omgeving van zo'n toestand, hoe klein ook, het proces vroeg of laat in die omgeving komt.  
 (d) Er zijn bezochte toestanden zo dat, voor elke omgeving van zo'n toestand, hoe klein ook, het proces vroeg of laat in die omgeving komt.
13. Vijfentwintig mieren lopen over een eindig grid dat gescheiden is door een muur en een eenrichtingsdeur.



Er zijn 105 bewandelbare patches. De randen van het grid zijn NIET met elkaar verbonden. Bij aanvang worden mieren willekeurig neergezet. Mieren zijn niet van elkaar te onderscheiden. Ten alle tijde kan op één vakje maar één mier. Mieren bewegen asynchroon naar een buur in de Von Neumann omgeving. Welke van de volgende beweringen is NIET waar? Dit proces bezit ...

- (a) ...  $\binom{105}{25}$  toestanden.  
 (b) ... tenminste één absorberende toestand.  
 (c) ... 25 doorgangsklassen.  
 (d) ... precies één recurrente klasse.
14. i) Axioma  $F - G - G$  en regels  $F \rightarrow F - G + F + G - F, G \rightarrow GG$ , waarbij  $+$  =  $120^\circ$  en  $F$  en  $G$  beiden “1 stap vooruit”, genereren de Koch sneeuwvlok.  
 ii) De Kolmogorov complexiteit (algoritmische complexiteit) van een Lindenmayer systeem is eenvoudig te bepalen.
- (a) ii) en i).  
 (b) Alleen uitspraak ii).  
 (c) Alleen uitspraak i).  
 (d) Geen van beide uitspraken is waar.
15. Laat  $A$  een complementair opsombare verzameling getallen zijn. Er bestaat een programma,  $\pi$ , die ...
- (a) ... ten hoogste alle elementen uit  $A$  niet kan afdrukken.  
 (b) ... ten hoogste alle elementen buiten  $A$  kan afdrukken.  
 (c) ... precies alle elementen uit  $A$  niet kan afdrukken.  
 (d) ... precies alle elementen buiten  $A$  kan afdrukken.
16. 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)  $\{(1/3, 1/6)\}$ .

17. Geef het Pareto-front van

	C	D	E
C	(1, 0)	(2, 4)	(4, 2)
D	(1, 3)	(0, 1)	(0, 3)
E	(5, 1)	(2, 1)	(3, 3)

- (a) CD, CE, EC, ED.
  - (b) CD, DC, CE, EC.
  - (c) CD, CE, EC, EE.
  - (d) Het goede antwoord staat er niet bij.
18. Een bepaalde 3D-cellulaire automaat werkt met  $N$  verschillende toestanden. Omgevingen bestaan uit  $k$  cellen. Hoeveel verschillende regels zijn er mogelijk als omgevingen (punt-) symmetrisch zijn en regels rotatie-invariant?

- (a)  $k^N/6$
- (b)  $N^k/6$
- (c)  $N^k/24$
- (d) Het goede antwoord staat er niet bij.

19. Cantor's kam

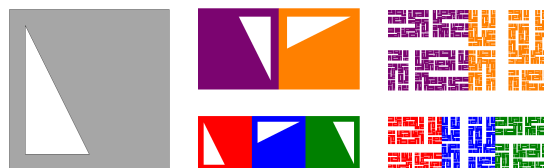


- i*) is overaftelbaar.
  - ii*) heeft kansmaat nul.
  - (a) *i*) en *ii*).
  - (b) Alleen uitspraak *i*).
  - (c) Alleen uitspraak *ii*).
  - (d) Geen van beide uitspraken is waar.
20. Een bepaalde cellulaire automaat werkt met  $N$  verschillende toestanden waarvan  $n_q$  "quiescent". Omgevingen bestaan uit  $k$  cellen. Hoeveel waarden kan Langton's  $\lambda$  aannemen?
- (a)  $k * (N - n_q)$
  - (b)  $k * (N - n_q) + 1$ .
  - (c)  $N^k$ .
  - (d)  $N^k + 1$ .

21. Het schaduwlemma voor chaotische systemen kan informeel als volgt worden geformuleerd:

- (a) Alle reële trajecten worden geschaduwd door berekende trajecten.
- (b) Sommige reële trajecten worden geschaduwd door berekende trajecten.
- (c) Alle berekende trajecten worden geschaduwd door reële trajecten.
- (d) Sommige berekende trajecten worden geschaduwd door reële trajecten.

22. 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)
23. De replicator-dynamiek kan onder meer worden gebruikt om speelstrategieën te laten evolueren in een populatie. Welke van de volgende twee uitspraken is waar?
- i*) Als wordt gestart met een populatie waarin soort  $A$  vertegenwoordigd is, dan is het mogelijk dat  $A$  uitsterft.
  - ii*) Als wordt gestart met een populatie waarin soort  $A$  niet vertegenwoordigd is, dan is het mogelijk dat  $A$  op enig moment toetreedt tot de populatie.
  - (a) *i*) en *ii*).
  - (b) Alleen uitspraak *i*).
  - (c) Alleen uitspraak *ii*).
  - (d) Geen van beide uitspraken is waar.

24. Algoritmen voor zwermgedrag (flocking). Welke gedragingen of uitingsvormen kunnen worden aangemerkt als emergent?

- i*) Het ontstaan van zwermen.
- ii*) Het aantal zwermen.
- (a) *i*) en *ii*).
- (b) Alleen *i*).
- (c) Alleen *ii*).
- (d) Geen van beiden.

Kladpapier.