

# **Examen Datacommunicatie**

## **Examen Inleiding tot de Telecommunicatie**

**Academiejaar 2017-2018**

Vrijdag 19 januari 2018: 13u00 – 16u00

Prof. dr. ir. L. Eeckhout

Voornaam:

Naam:

Examen:

	<b>Inleiding tot de Telecommunicatie [30 ptn]</b>	<b>Datacommunicatie [20 ptn]</b>
Vraag 1		
Vraag 2		
Vraag 3		
Vraag 4		
Vraag 5		
Vraag 6		
Vraag 7		
Vraag 8		
Vraag 9		
Vraag 10		
Vraag 11		

**Naam:**

**Voornaam:**

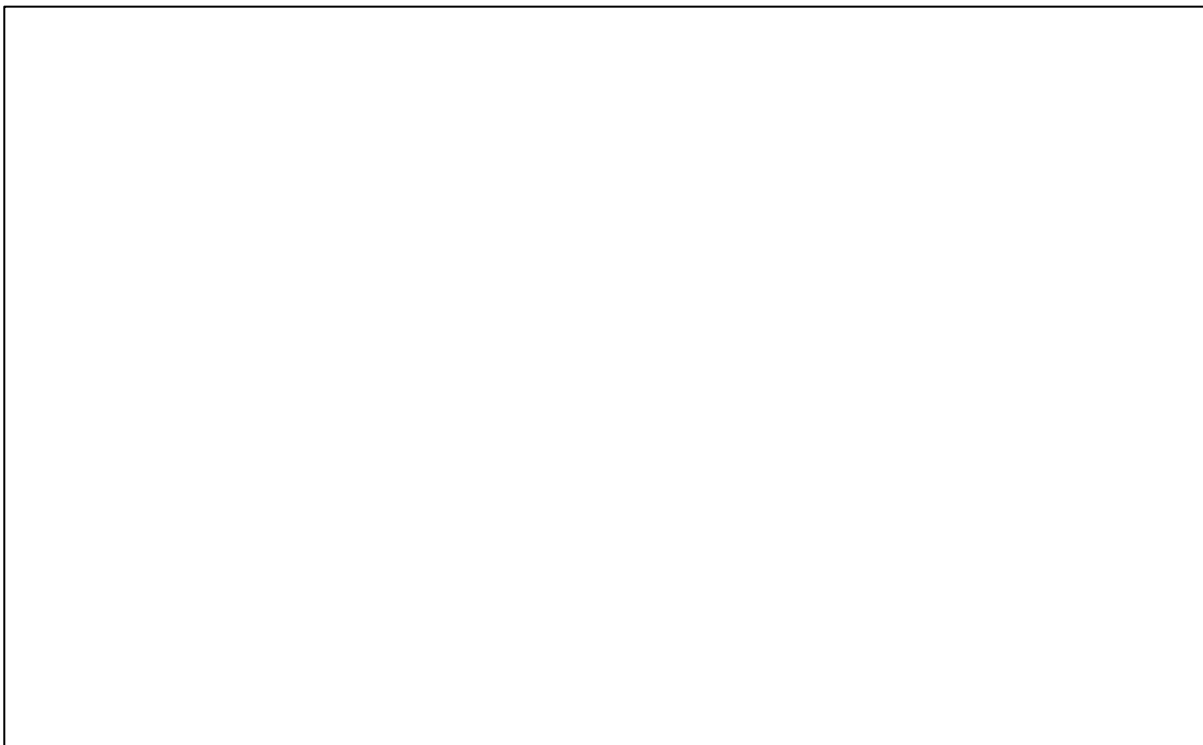
**Vraag 1 [4ptn]**

Beschouw een geheugenloze bron met alfabet  $\{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7\}$  met respectievelijke probabiliteiten  $\{0.49, 0.26, 0.12, 0.04, 0.04, 0.03, 0.02\}$ .

(a) Bepaal een Huffmancode voor deze bron.



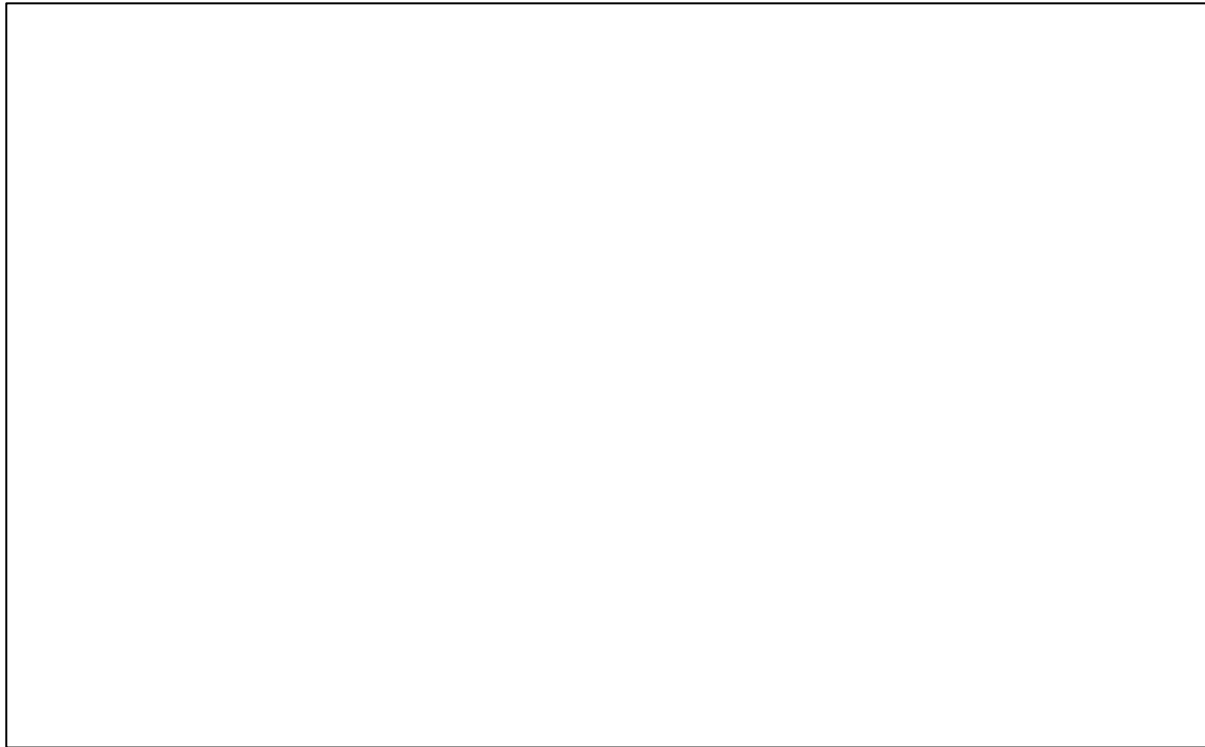
(b) Bepaal de gemiddelde woordlengte van de code.



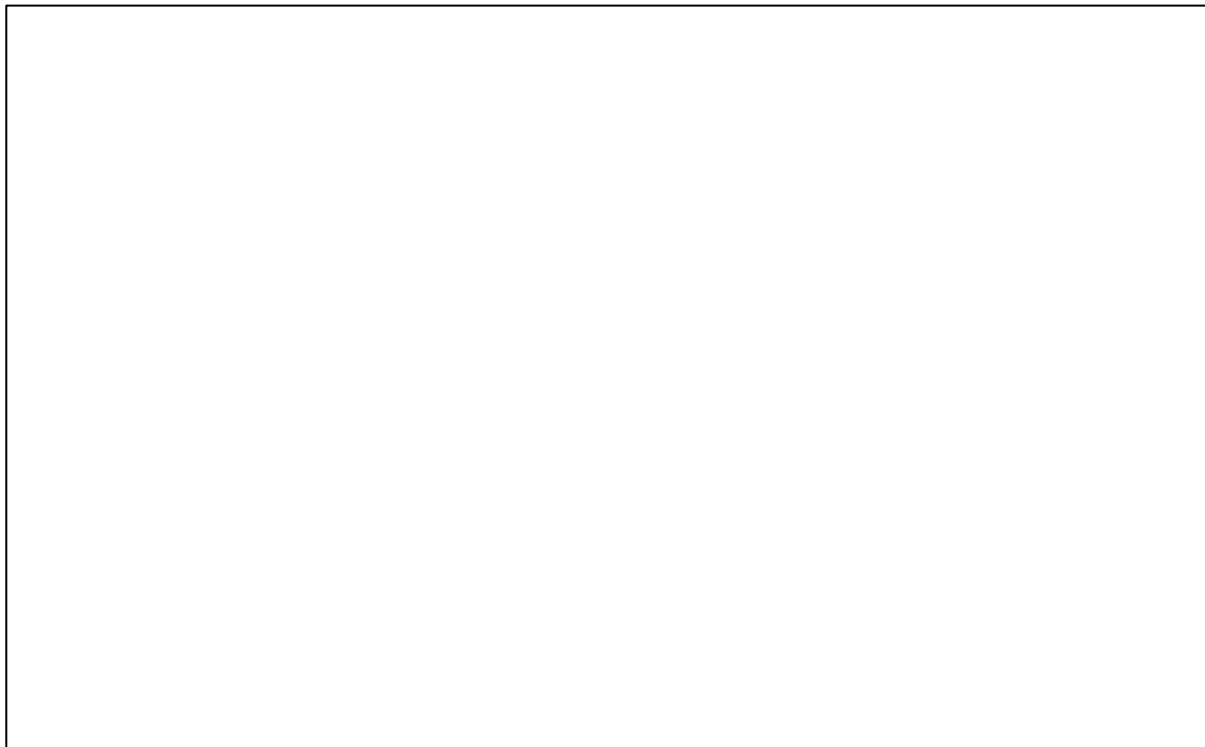
**Naam:**

**Voornaam:**

(c) Bereken de entropie van de bron.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to perform calculations and show their work for part (c).

(d) Verifieer het antwoord voor (b) en (c) t.o.v. elkaar. Verklaar.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to verify their answers and provide an explanation for part (d).

**Naam:**

**Voornaam:**

**Vraag 2 [4ptn]**

Beschouw een binaire geheugenloze bron met probabilliteit  $p$ .

(a) Wat is de waarde van de rate-distorsiefunctie  $R(D)$  voor  $D=0$ ? Verklaar je antwoord.

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to write their answer to part (a).

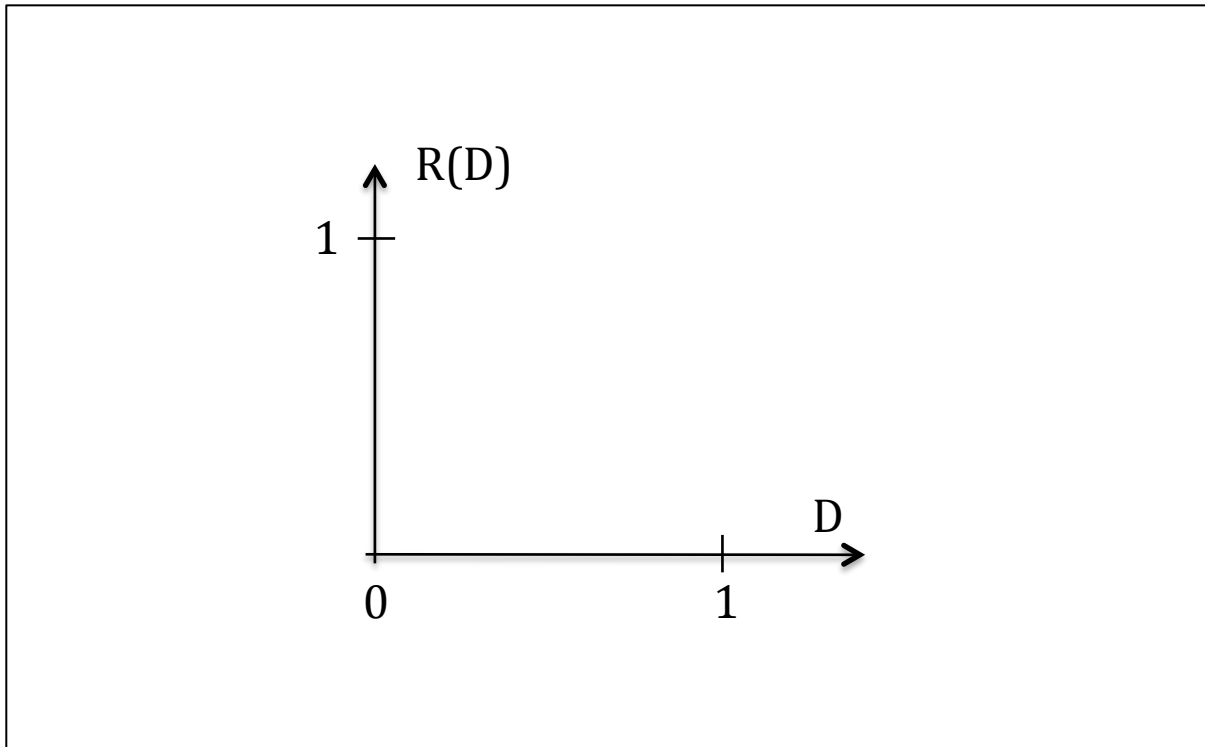
(b) Wat is de waarde van  $R(D)$  voor  $D \geq p$ ? Verklaar je antwoord.

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to write their answer to part (b).

**Naam:**

**Voornaam:**

(c) Teken de rate-distorsiefunctie op de onderstaande grafiek. Duid  $p$  aan op de grafiek.



(d) Waarom is de rate-distorsiefunctie bij voorkeur convex? (Een functie van één variabele is convex op een interval, indien het verbindingslijnstuk tussen ieder tweetal punten van de grafiek van de functie boven of op de grafiek van de functie ligt.)

A large empty rectangular box provided for the student to write their answer to question (d).

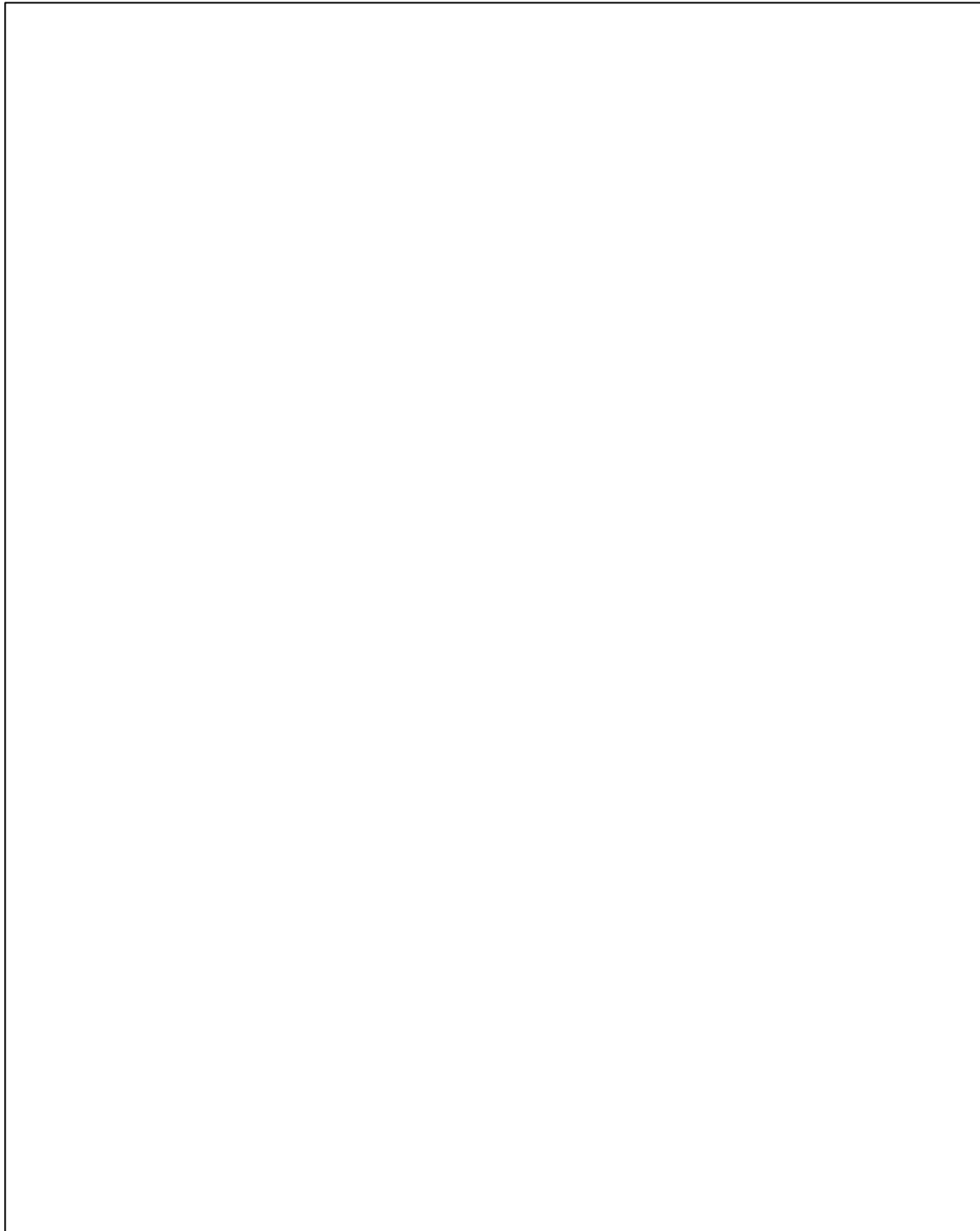
**Naam:**

**Voornaam:**

**Vraag 3 [2ptn]**

Beschouw een analoge bron die gemodelleerd kan worden d.m.v. toevalsveranderlijke  $X$  met dichtheidsfunctie:  $f_X(x) = -3/4 x^2 + 3/4$  voor  $-1 \leq x \leq 1$ .

We wensen deze bron uniform te kwantiseren met twee kwantiseringsniveaus. Bepaal de twee kwantiseringswaarden opdat de distorsie minimaal is.



**Naam:**

**Voornaam:**

**Vraag 4 [1pt]**

(a) Bespreek het principe van differentiële pulse-codemodulatie (DPCM). Wat is het verschil en het voordeel t.o.v. PCM?

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to write their answer to question (a).

(b) Waarom volstaat het een spraaksignaal te bemonsteren aan een frequentie van 8 KHz?

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to write their answer to question (b).

**Naam:**

**Voornaam:**

**Vraag 5 [4ptn]**

Beschouw de volgende lineaire (5,2) blokcode:

00 → 00000

01 → 01110

10 → 10011

11 → 11101

(a) Bepaal de minimum Hamming-codeafstand.

(b) Bepaal het foutdetecterend vermogen van deze code.

(c) Bepaal het foutcorrigerend vermogen.



**Naam:**

**Voornaam:**

(d) Is het mogelijk a.d.h.v. deze code zowel fouten te detecteren als fouten te corrigeren?  
Verklaar je antwoord.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to write their answer to question (d).

(e) Hoeveel dubbele bitfouten kunnen gecorrigeerd worden m.b.v. deze code?

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to write their answer to question (e).

**Naam:**

**Voornaam:**

(f) Geef een uitdrukking voor de kans op een niet-gedetecteerde decodeerfout met  $p$  de kans op een bitflip.

(g) Hoe wordt 10111 gedecodeerd? (Geef meerdere mogelijkheden indien er meerdere zijn.)

(h) Hoe wordt 01011 gedecodeerd? (Geef meerdere mogelijkheden indien er meerdere zijn.)

**Naam:**


**Voornaam:**

**Vraag 6 [4ptn]**

(a) Toon aan dat de generatorveelterm  $g(p) = p^4 + p^3 + p + 1$  een cyclische code kan genereren voor een code waarbij elk codewoord bestaat uit 6 bits.



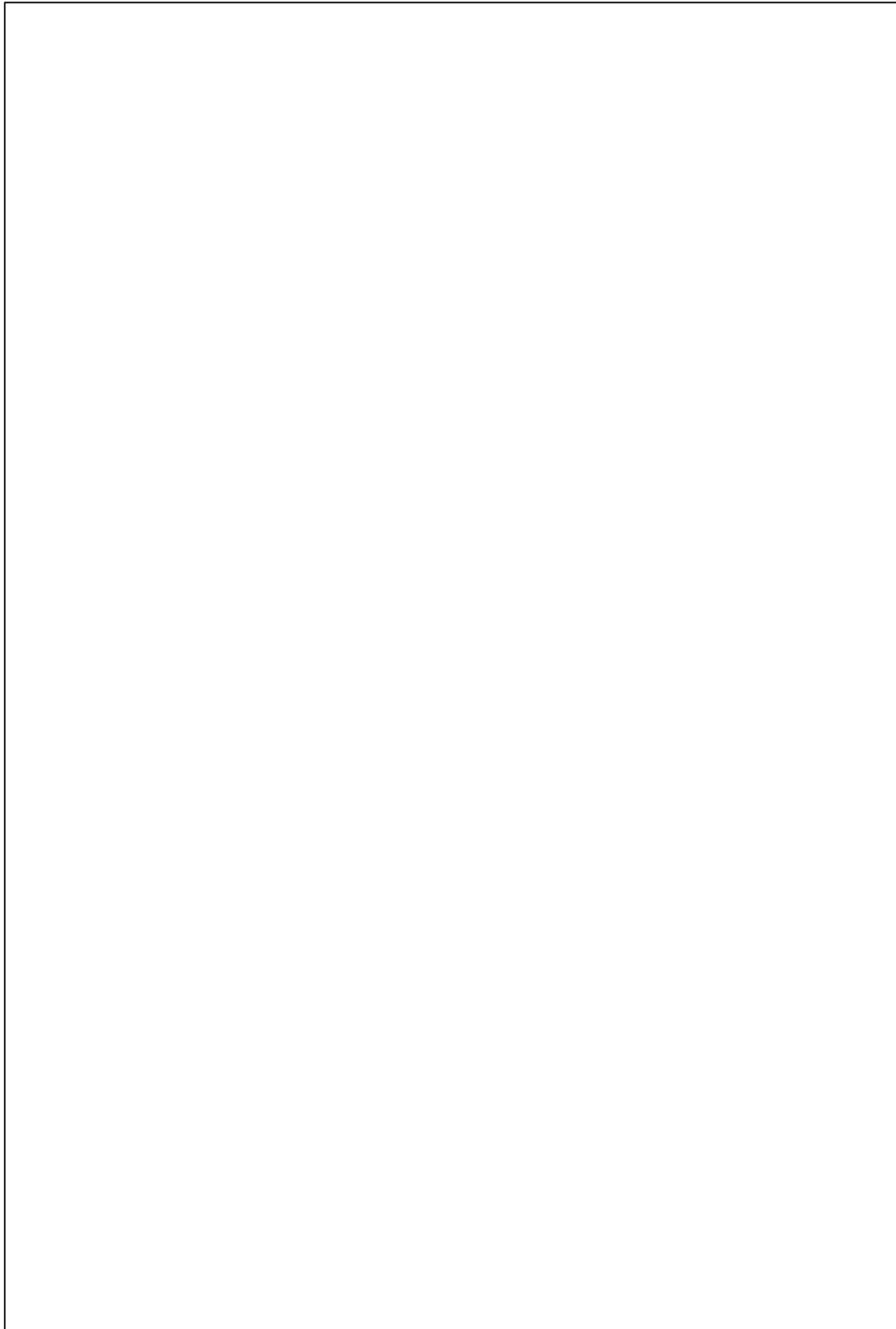
(b) Wat is het datadebiet van deze code?



**Naam:**

**Voornaam:**

(c) Bepaal de generatormatrix van deze code in systematische vorm.



**Naam:**

**Voornaam:**

(d) Bepaal de codeveelterm die overeenkomt met de informatievektor [ 1 1 ] m.b.v. de generatormatrix.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to write their answer to question (d).

(e) Bepaal de codeveelterm die overeenkomt met de informatievektor [ 1 1 ] m.b.v. de veeltermnotatie.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to write their answer to question (e).

**Naam:**

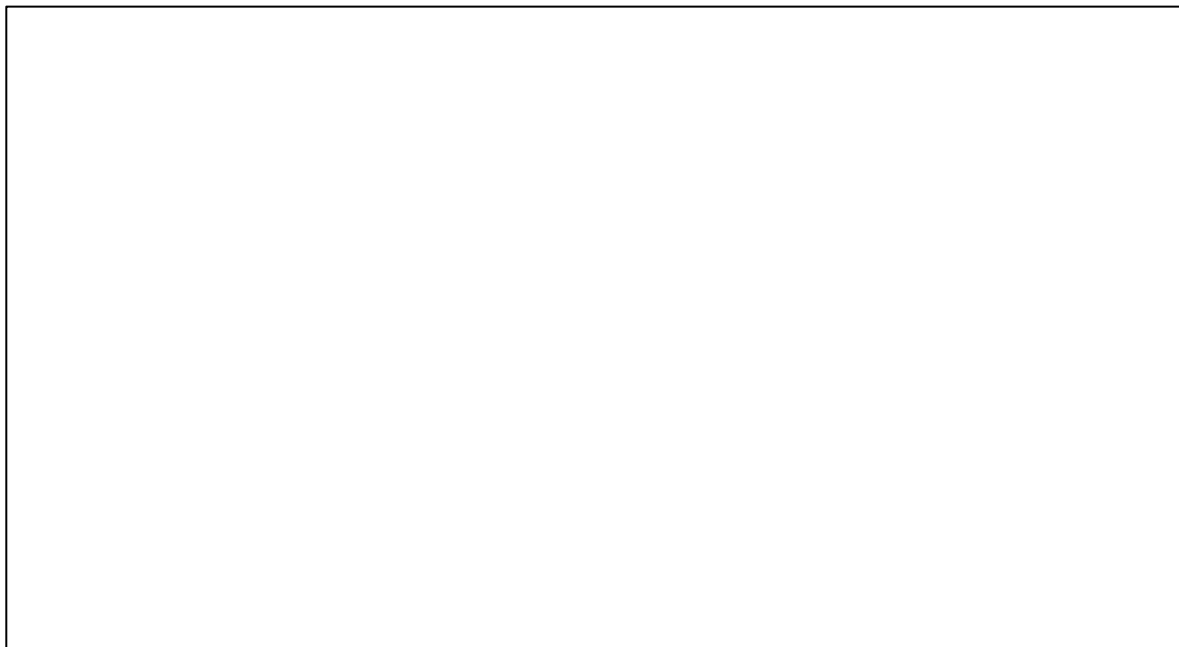
**Voornaam:**

**Vraag 7 [1pt]**

(a) Bepaal een bitstream waarvoor het modulatie-debiet gelijk is aan het datadebiet voor differentiële Manchester-codering.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to write their answer to question (a).

(b) Bepaal een bitstream waarvoor het modulatie-debiet het dubbele is van het datadebiet voor Manchester-codering.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to write their answer to question (b).

**Naam:**

**Voornaam:**

**Vraag 8 [2ptn]**

Beschouw een discrete-tijdsignaal  $x(n) = \cos(\pi n/4)$ .

(a) Bepaal de periode van dit signaal.

(b) Bepaal de output  $y(n)$  indien  $x(n)$  aangelegd wordt als input aan een LTI-systeem met frequentieantwoord  $H(\omega) = |\cos(\omega)|$ .

(c) Bepaal de output  $z(n)$  indien  $x(n)$  aangelegd wordt als input aan een cascade van LTI-systemen met frequentieantwoorden  $H_1(\omega) = |\sin(\omega)|$  en  $H_2(\omega) = |\cos(\omega)|$ .

**Naam:**

**Voornaam:**

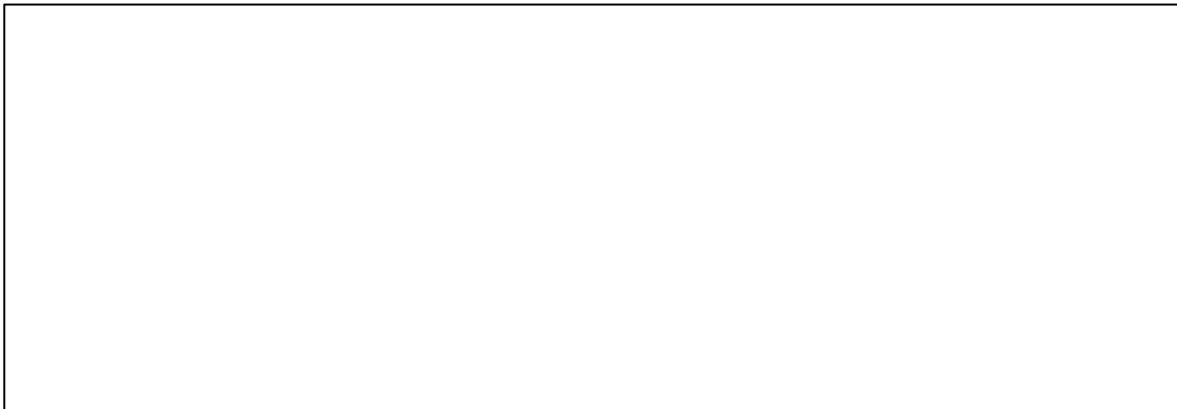
**Vraag 9 [5ptn]**

Beschouw een discrete-tijd LTI-systeem met impulsantwoord  $h(n) = \delta(n) + \delta(n-1)$ .

(a) Teken het impulsantwoord.



(b) Is dit systeem een FIR-filter of een IIR-filter? Verklaar je antwoord.



(c) Bepaal de output  $y(n)$  van het systeem gegeven de input  $x(n)$ .

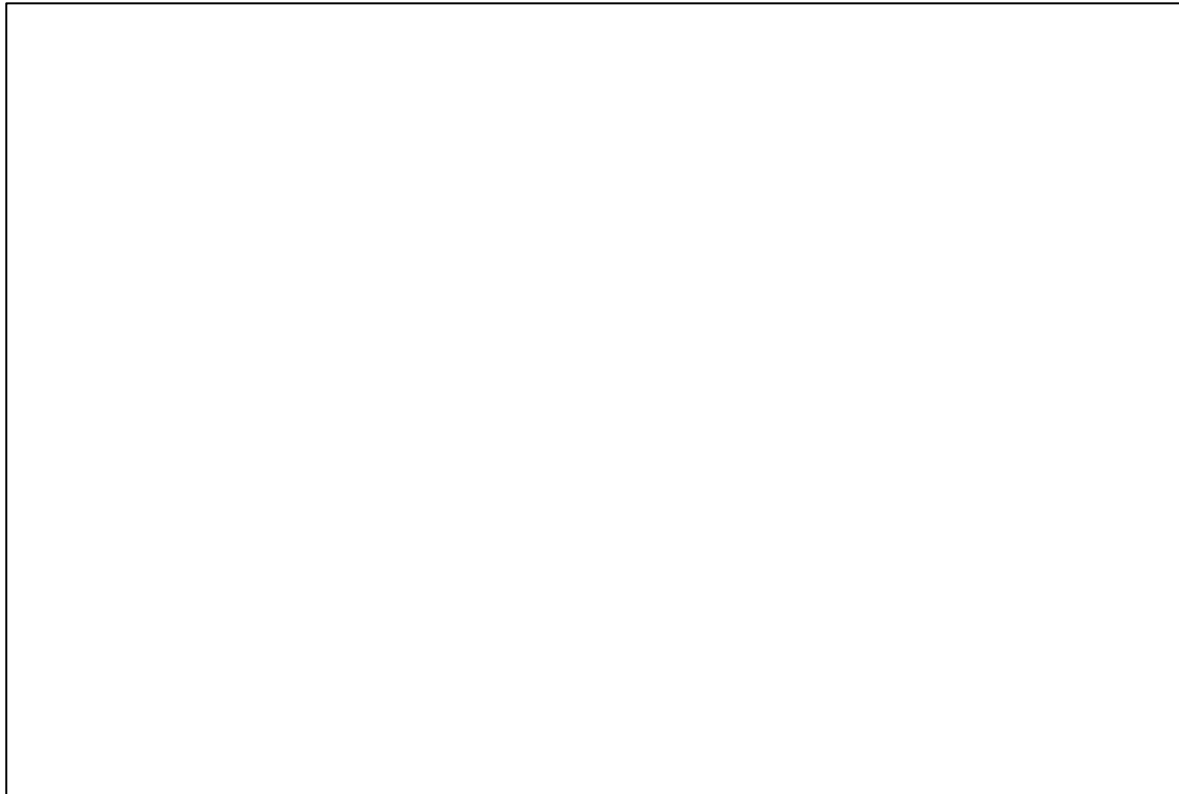




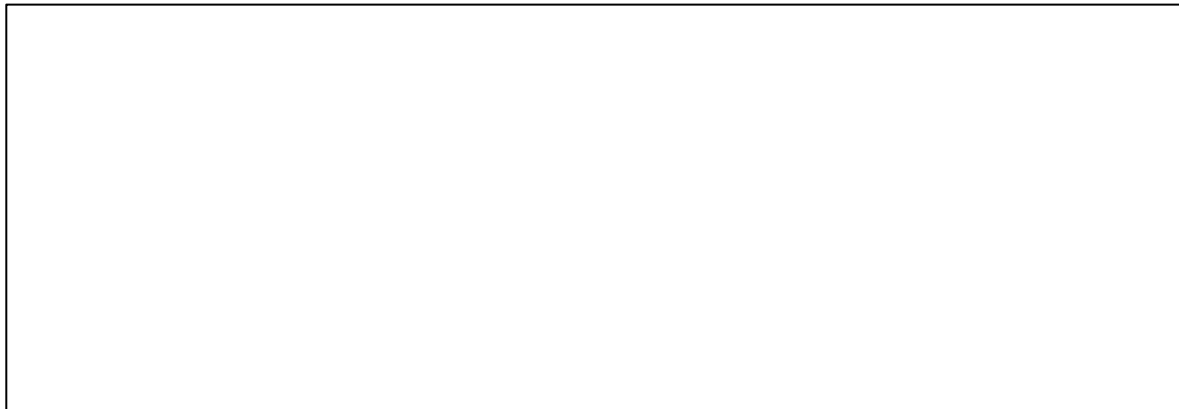
**Naam:**

**Voornaam:**

(d) Bepaal het frequentieantwoord van dit systeem.



(e) Toon aan dat het frequentieantwoord toegevoegd symmetrisch is.



(f) Toon aan dat het frequentieantwoord periodiek is met periode  $2\pi$ .



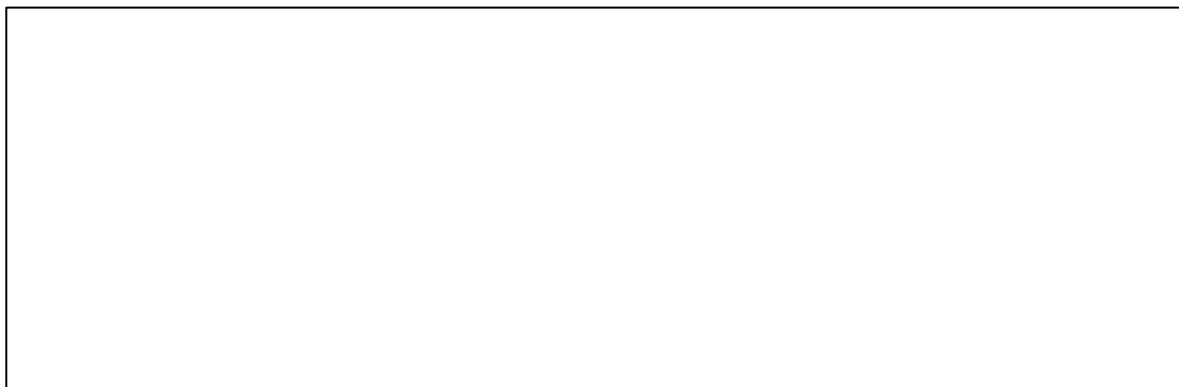
**Naam:**

**Voornaam:**

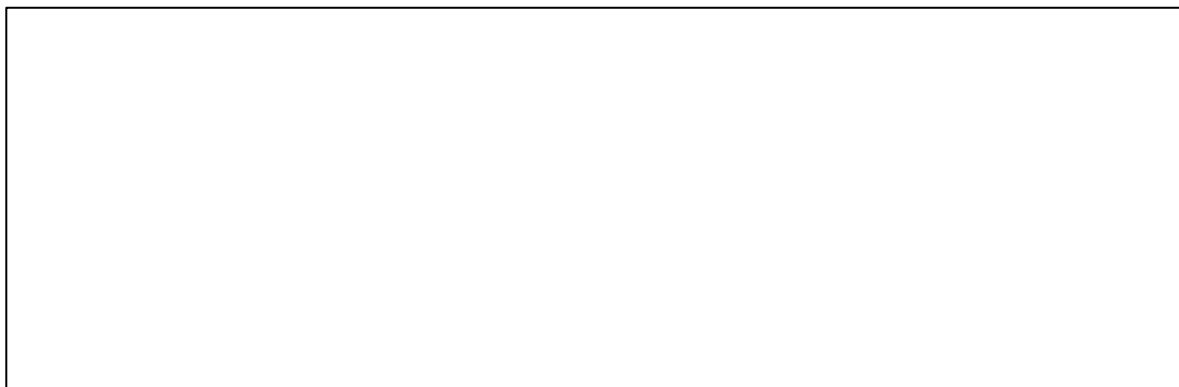
(g) Bepaal de grootte van het frequentieantwoord.



(h) Welke frequenties worden verdubbeld qua amplitude?



(i) Welke frequenties worden onderdrukt?



**Naam:**

**Voornaam:**

**Vraag 10 [1pt]**

Het principe van modulatie is gebaseerd op het feit dat de vermenigvuldiging van een informatiesignaal met een draagsignaal van constante frequentie overeenkomt met een verschuiving in het frequentiedomein. Toon dit aan (in het continue-tijdsdomein *of* het discrete-tijdsdomein).

**Naam:**

**Voornaam:**

**Vraag 11 [2ptn]**

Beschouw het periodiek continue-tijdsignaal  $x(t) = \cos(5\pi t) + \cos(15\pi t) + \cos(20\pi t)$ .

(a) Bepaal de fundamentele frequentie van  $x(t)$  in Hz.

(b) Bepaal het discrete-tijd signaal  $x(n)$  dat bekomen wordt door  $x(t)$  te samplen met een samplingfrequentie van 5 Hz.

(c) Treedt er aliasing op? Bespreek de aliasing in woorden.

(d) Bepaal de kleinste samplingfrequentie waarbij er geen distorsie optreedt.