

Eindexamen wiskunde A 1-2 havo 2005-I

■ Er zijn nog drie wachtenden voor u ...

Een callcenter verleent telefonische diensten voor bedrijven, zoals het opnemen van bestellingen of het afhandelen van vragen.

Het aantal telefoontjes en de gespreksduur per telefoontje variëren in een callcenter. Als je zo'n callcenter belt, kun je soms direct geholpen worden. Het is ook mogelijk dat je te horen krijgt: "Er zijn nog drie wachtenden voor u". Er is dan een rij van wachtenden ontstaan.

Je belt naar een callcenter. De kans K dat je moet wachten, hangt af van het aantal telefonisten T en van het product $a \cdot g$. In dit product is:

a het gemiddeld aantal telefoontjes per minuut;

g de gemiddelde gespreksduur in minuten.

De kans K dat je moet wachten, vind je in tabel 1. Deze tabel staat vergroot op de bijlage.

Je ziet dat de tabel maar voor de 'helft' is ingevuld. We bekijken in deze opgave namelijk alleen de situatie dat er meer telefonisten beschikbaar zijn dan er gemiddeld in gesprek zijn, want anders ontstaat er altijd een rij wachtenden. Daarom moet gelden $T > a \cdot g$.

tabel 1

De kans K dat een beller moet wachten

	→ aantal telefonisten T																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		0,333	0,091	0,020	0,004	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2			0,444	0,174	0,060	0,018	0,005	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3				0,509	0,236	0,099	0,038	0,013	0,004	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4					0,554	0,285	0,135	0,059	0,024	0,009	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5						0,588	0,324	0,167	0,081	0,036	0,015	0,006	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6							0,614	0,357	0,196	0,101	0,049	0,022	0,010	0,004	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
7								0,635	0,385	0,222	0,121	0,063	0,031	0,014	0,006	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000
8									0,653	0,409	0,245	0,140	0,076	0,039	0,019	0,009	0,004	0,002	0,001	0,000
9										0,669	0,430	0,266	0,158	0,089	0,048	0,025	0,012	0,006	0,003	0,001
10											0,682	0,449	0,285	0,174	0,102	0,057	0,031	0,016	0,008	0,004
11												0,694	0,466	0,303	0,190	0,115	0,066	0,037	0,020	0,010
12													0,704	0,482	0,319	0,205	0,127	0,076	0,044	0,024
13														0,714	0,496	0,334	0,219	0,138	0,085	0,050
14															0,722	0,508	0,348	0,232	0,150	0,094
15																0,730	0,520	0,361	0,244	0,160
16																	0,737	0,531	0,374	0,256
17																		0,744	0,541	0,385
18																			0,750	0,551
19																				0,755
20																				

In callcenter DirectCall zijn 's ochtends 11 telefonisten aanwezig. Er komen per minuut gemiddeld 2 telefoontjes binnen. De gespreksduur van die telefoontjes is gemiddeld 4 minuten.

3p 1 □ Laat zien dat de kans dat een beller 's ochtends moet wachten, ongeveer 0,25 is.

Eindexamen wiskunde A 1-2 havo 2005-I

Voor een beller is de *wachttijd* belangrijker dan de *kans* op wachten.
Een wiskundige heeft een formule gemaakt voor de *gemiddelde wachttijd* in minuten:

$$\text{gemiddelde wachttijd} = \frac{K \cdot g}{T - a \cdot g}$$

- 3p 2 Bereken hoe lang een beller 's ochtends gemiddeld moet wachten.
Geef het antwoord in hele seconden.

's Middags zijn er bij DirectCall 14 telefonisten aanwezig. Er komen per minuut gemiddeld 8 telefoontjes binnen, die gemiddeld 1,5 minuut duren.

Een van de telefonisten doet de volgende uitspraak:

“Als het aantal binnenkomende telefoontjes halveert en het aantal telefonisten ook, dan verandert de gemiddelde wachttijd niet”.

- 5p 3 Onderzoek met behulp van de formule voor de gemiddelde wachttijd of deze uitspraak juist is.

Bij DirectCall komen 's avonds per minuut gemiddeld 4 telefoontjes binnen, die elk gemiddeld 3 minuten duren.

DirectCall krijgt veel klachten over de wachttijd 's avonds. Daarom wil de directie dat er zoveel telefonisten zijn dat de gemiddelde wachttijd kleiner is dan vijftien seconden.

Je kunt dit aantal telefonisten bepalen door te onderzoeken wanneer $\frac{K \cdot 3}{T - 12} < 0,25$ is.

- 3p 4 Leg dit uit.

- 5p 5 Hoeveel telefonisten zijn er 's avonds minimaal nodig? Licht je antwoord toe.

Bijlage bij de opgave 'Er zijn nog drie wachtenden voor u ...'

De kans K dat een beller moet wachten

	→ aantal telefonisten T																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	0,333	0,091	0,020	0,004	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
2		0,444	0,174	0,060	0,018	0,005	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
3			0,509	0,236	0,099	0,038	0,013	0,004	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
4				0,554	0,285	0,135	0,059	0,024	0,009	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5					0,588	0,324	0,167	0,081	0,036	0,015	0,006	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
6						0,614	0,357	0,196	0,101	0,049	0,022	0,010	0,004	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	
7							0,635	0,385	0,222	0,121	0,063	0,031	0,014	0,006	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	
8								0,653	0,409	0,245	0,140	0,076	0,039	0,019	0,009	0,004	0,002	0,001	0,000	0,000	
9									0,669	0,430	0,266	0,158	0,089	0,048	0,025	0,012	0,006	0,003	0,001	0,000	
10										0,682	0,449	0,285	0,174	0,102	0,057	0,031	0,016	0,008	0,004	0,000	
11											0,694	0,466	0,303	0,190	0,115	0,066	0,037	0,020	0,010	0,000	
12												0,704	0,482	0,319	0,205	0,127	0,076	0,044	0,024	0,000	
13													0,714	0,496	0,334	0,219	0,138	0,085	0,050	0,000	
14														0,722	0,508	0,348	0,232	0,150	0,094	0,000	
15															0,730	0,520	0,361	0,244	0,160	0,000	
16																0,737	0,531	0,374	0,256	0,000	
17																	0,744	0,541	0,385	0,000	
18																		0,750	0,551	0,000	
19																			0,750	0,551	0,000
20																				0,750	0,551