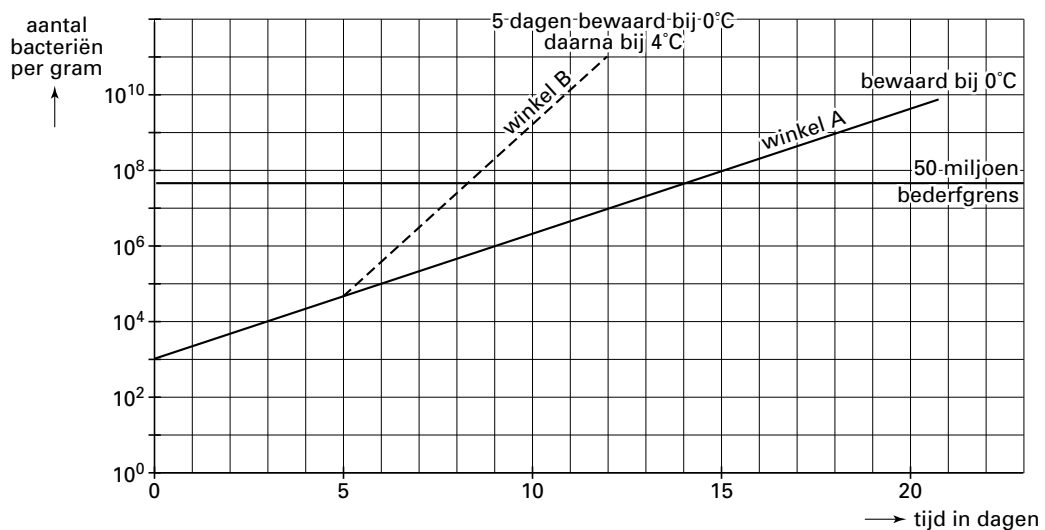


## Opgave 3 Koeling

Wageningse onderzoekers hebben zich verdiept in de groei van het aantal bacteriën in voedsel. Bij constante bewaartemperatuur groeit het aantal bacteriën exponentieel. De bijbehorende groeifactor hangt af van die bewaartemperatuur. Bij een krantenartikel hierover stond de volgende grafiek. Zie figuur 3. Deze figuur is ook afgebeeld op de bijlage.

figuur 3

### Temperatuursafhankelijkheid van het bederf van kip door pseudomonasbacteriën



In de grafiek wordt de bacteriegroei beschreven in kip die eerst vijf dagen lang bij de producent bij een temperatuur van  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  wordt bewaard, en vervolgens in de winkel bij  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (winkel A) respectievelijk  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  (winkel B) wordt bewaard.

4p **12**  Toon aan dat bij  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  het aantal bacteriën zich per dag meer dan verdubbelt.

In figuur 3 is het aanvankelijke aantal bacteriën per gram gelijk aan 1000. De bederfgrens ligt bij 50 miljoen bacteriën per gram. In de figuur is af te lezen dat kip die voortdurend bij  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  wordt bewaard, na 14 dagen de bederfgrens bereikt.

Stel dat men in staat is het aanvankelijke aantal bacteriën terug te brengen van 1000 per gram naar 100 per gram. Dit verlengt de houdbaarheid natuurlijk. Voor winkel A duurt het drie dagen langer voordat de bederfgrens bereikt wordt. Voor winkel B, waarbij de kip eerst gedurende vijf dagen bij  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  bewaard wordt en daarna bij een temperatuur van  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , geldt een andere verlengingsduur.

5p **13**  Teken voor deze nieuwe situatie in de figuur op de bijlage de grafiek voor de bacteriegroei in kip voor winkel B, en lees af hoeveel langer het nu duurt tot de bederfgrens is bereikt.

Om figuur 3 te tekenen gebruikten de onderzoekers een formule voor het verband tussen de bewaartemperatuur  $T$  en de groeifactor per dag  $g$  van het aantal bacteriën. Bij het opstellen van deze formule waren zij er van uitgegaan dat bacteriegroei alleen optreedt boven een bepaalde minimumtemperatuur. Deze minimumtemperatuur  $T_0$  hangt af van het soort voedsel. Voor elk soort voedsel heeft de formule de volgende vorm:

$$g = 10^{c(T-T_0)^2}$$

In deze formule is  $T$  in  $^{\circ}\text{C}$  met  $T \geq T_0$  en is  $c$  een constante.

We kunnen controleren dat er volgens deze formule inderdaad geen bacteriegroei optreedt als  $T = T_0$ .

3p **14**  Voer deze controle uit.

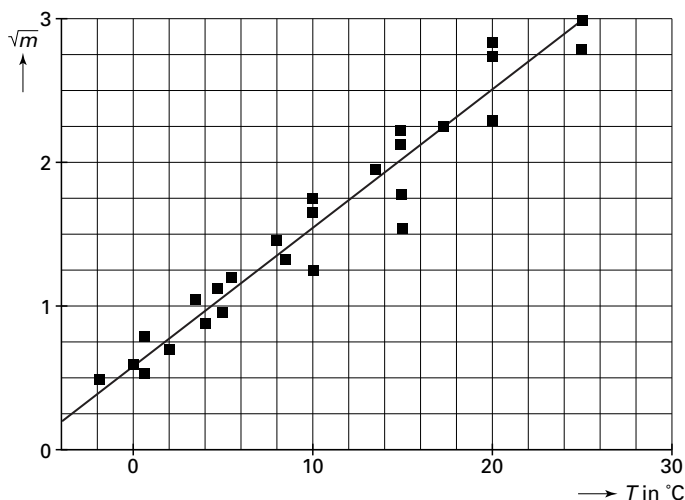
Uit praktische overwegingen schrijft men de formule voor de groeifactor vaak in de vorm  $g = 10^m$ . Deze variabele  $m$  is afhankelijk van  $T$ . Er geldt  $\sqrt{m} = c \cdot (T - T_0)$ .

Voor elk soort voedsel moeten  $c$  en  $T_0$  experimenteel bepaald worden. Zo heeft men voor kip bij allerlei bewaartemperaturen de bacteriegroei gemeten.

Bij de verwerking van de metingen hebben de onderzoekers het verband tussen  $T$  en  $\sqrt{m}$  in een grafiek gezet, omdat dit verband volgens de formule lineair is. Het resultaat staat in figuur 4. Deze figuur is ook afgebeeld op de bijlage.

figuur 4

### Pseudomonas in kip



6p **15**  Leid uit de grafiek van dit lineaire verband benaderingen af voor de constanten  $c$  en  $T_0$ . Je kunt bij de beantwoording gebruik maken van de figuur op de bijlage.

Ga er in de rest van de opgave van uit dat geldt:  $c = 0,096$  en  $T_0 = -6$ .

In figuur 3 kunnen we aflezen dat kip met een aantal bacteriën van 1000 per gram bij het begin na 14 dagen de bederfgrens bereikt wanneer die wordt bewaard bij  $0^{\circ}\text{C}$ .

Het kan echter ook voorkomen dat deze kip tijdens het transport een halve dag (12 uur) wordt bewaard bij een temperatuur van  $18^{\circ}\text{C}$  en daarna steeds bij  $0^{\circ}\text{C}$ .

5p **16**  Hoeveel eerder wordt dan de bederfgrens bereikt? Licht je antwoord toe en gebruik daarbij eventueel de figuur op de bijlage.

# Eindexamen wiskunde A vwo 2001-I

**Bijlage bij de vragen 13, 15 en 16**

Wiskunde A (oude stijl)

Examen VWO 2001  
 Tijdvak 1  
 Donderdag 31 mei  
 13.30–16.30 uur

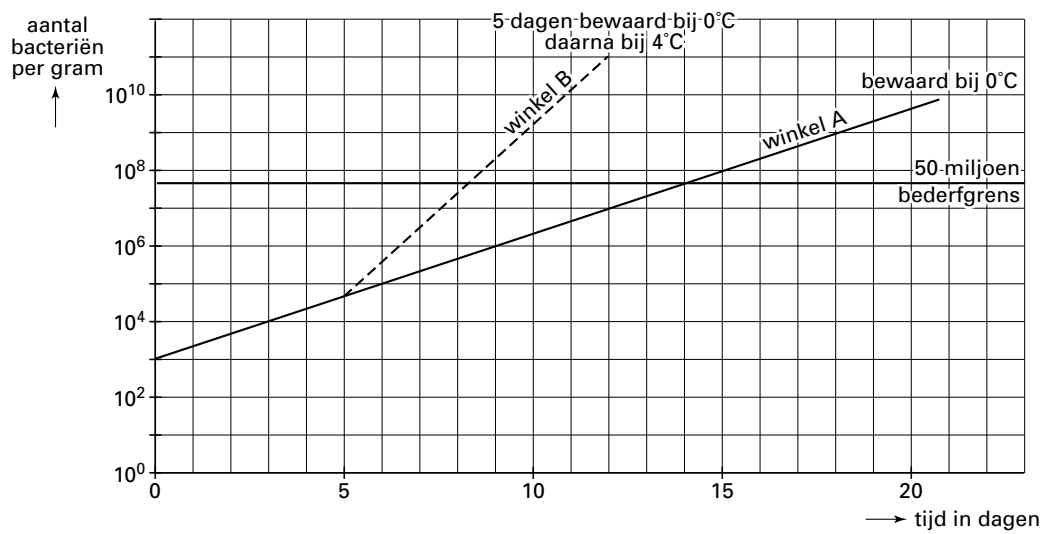
Examennummer

.....

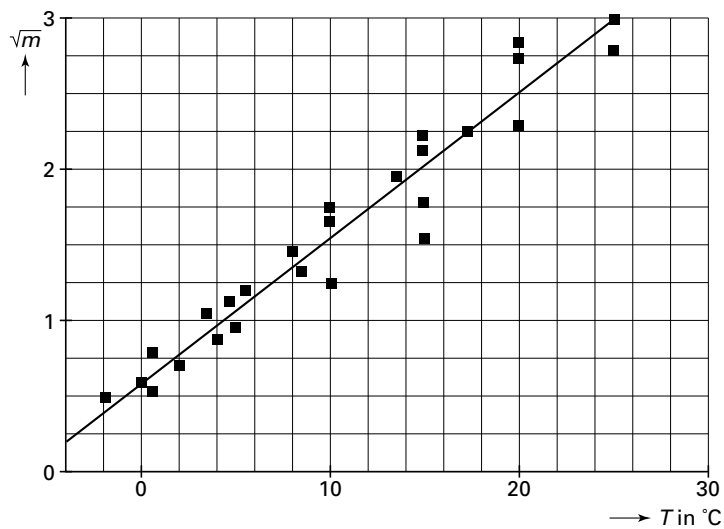
Naam

.....

**Vraag 13**



**Vraag 15**



## Bijlage bij de vragen 13, 14 en 16

### Vraag 16

