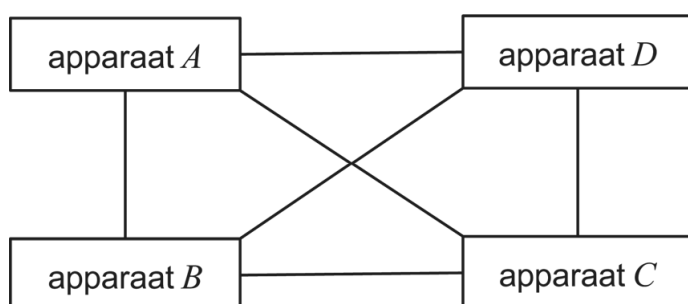


## Het internet der dingen

Tegenwoordig zijn er steeds meer apparaten die via het internet met elkaar in verbinding kunnen staan. Denk bijvoorbeeld aan smartphones en smartwatches maar ook aan de 'slimme' deurbel en thermostaat, enzovoorts.

Als bijvoorbeeld vier apparaten  $A$ ,  $B$ ,  $C$  en  $D$  volledig onderling met elkaar verbonden zijn – dat wil zeggen dat ieder apparaat met ieder ander apparaat verbonden is – dan zijn daar zes verbindingen voor nodig. In figuur 1 wordt dit geïllustreerd, waarbij de lijnen de onderlinge verbindingen voorstellen.

**figuur 1**



- 3p 4 Bereken het minimale aantal onderling volledig verbonden apparaten waarbij er meer dan honderd verbindingen nodig zijn.

Elk apparaat dat met het internet verbonden is, heeft zijn eigen, unieke **IP-adres** nodig. IP-adressen kunnen worden geschreven als acht groepen van vier zogeheten **hexadecimale cijfers**, gescheiden door dubbele punten. Hiervoor worden de gewone cijfers 0 tot en met 9 uitgebreid met de cijfers A (=10) tot en met F (=15). Dus A tot en met F zijn in deze toepassing ook cijfers en géén letters.

voorbeeld van een geldig IP-adres:

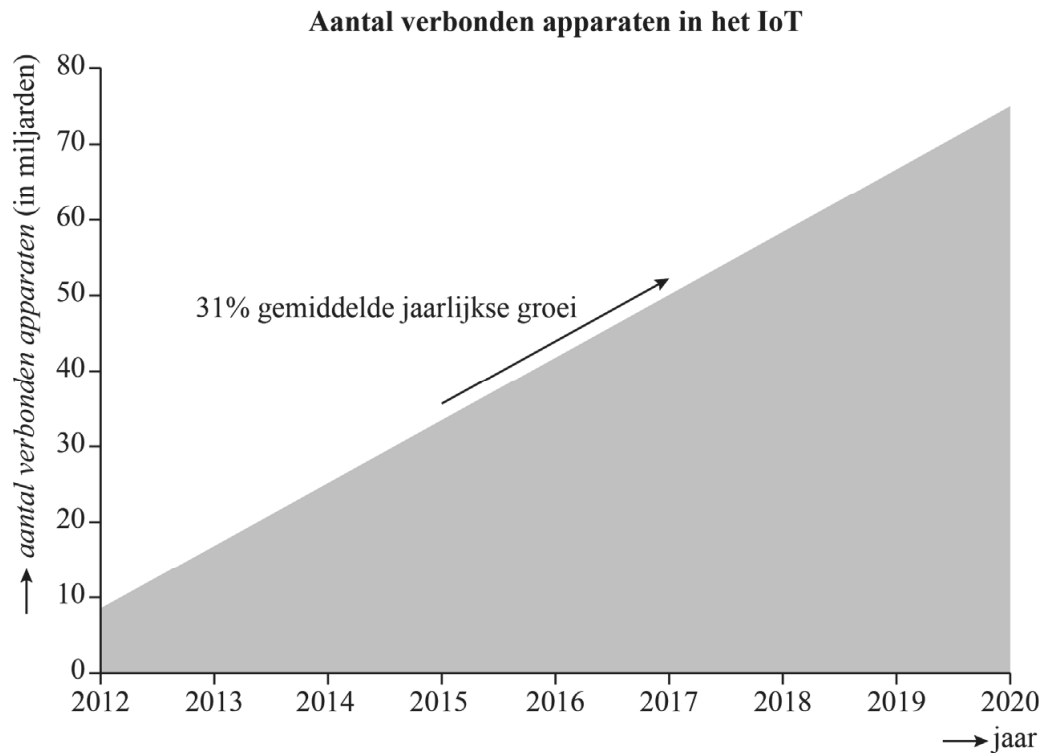
2001:0DB8:85A3:0000:1319:8A2E:0370:7344

- 3p 5 Bereken hoeveel IP-adressen er theoretisch mogelijk zijn. Geef je antwoord in de vorm  $a \cdot 10^b$  met  $a$  in één decimaal en  $b$  als geheel getal.

Het totaal aantal apparaten ('dingen') die via internetverbindingen met andere apparaten of systemen in contact staan en daarmee gegevens uitwisselen, wordt het **internet der dingen** genoemd. Het internet der dingen wordt afgekort tot **IoT** (naar het Engels: Internet of Things).

In figuur 2, uit een internet-artikel uit november 2013, gaat men uit van 31% jaarlijkse groei van het IoT.

**figuur 2**



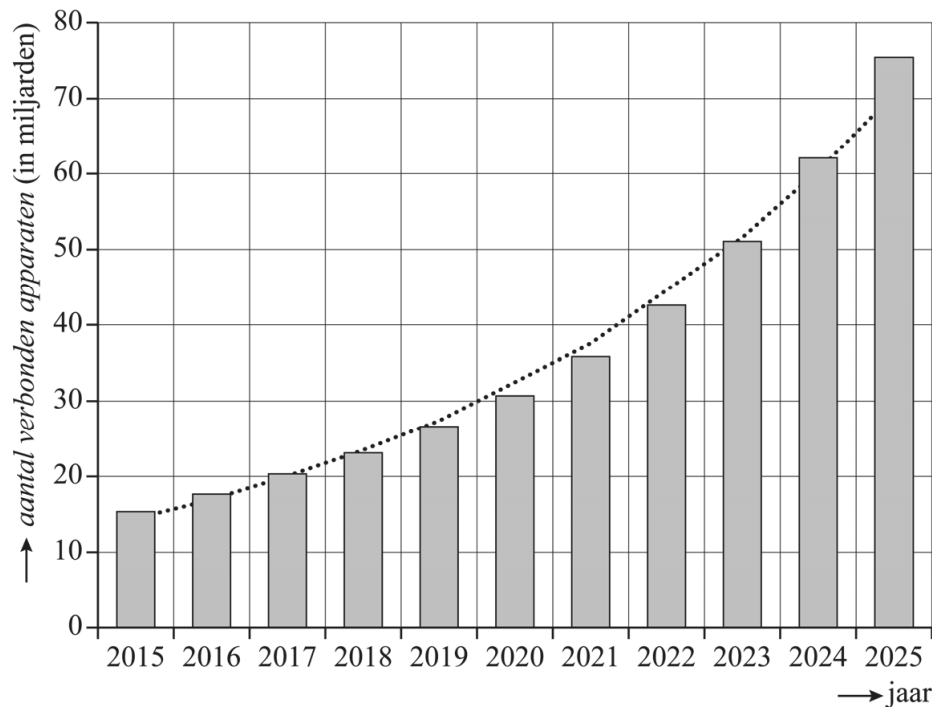
De grafiek in figuur 2 uit het internet-artikel en de aanname van 31% jaarlijkse groei uit datzelfde artikel spreken elkaar tegen.

2p **6** Leg uit waar dit uit blijkt.

4p **7** Bereken na hoeveel hele weken het IoT verdubbeld is bij 31% jaarlijkse groei.

De 31% jaarlijkse groei uit het eerder genoemde internet-artikel is inmiddels naar beneden bijgesteld. In figuur 3 zie je hoe het IoT zich volgens een ander onderzoek sinds het jaar 2015 ontwikkelt. Hierin zijn de gegevens voor de jaren na 2018 voorspelde gegevens. De trendlijn is gestippeld weergegeven.

**figuur 3**



In december 2015 was de omvang van het IoT 15,41 miljard apparaten. In december 2025 is dit (volgens de voorspelling) 75,44 miljard. Ook volgens de gegevens in figuur 3 groeit het IoT bij benadering met een vast percentage per jaar.

- 3p **8** Bereken dit percentage met behulp van de gegevens van de jaren 2015 en 2025. Geef je antwoord in één decimaal.

De trendlijn in figuur 3 kan benaderd worden met de volgende formule:

$$I = 14,7 \cdot 1,17^t$$

Hierin is  $I$  de omvang van het IoT in miljarden en  $t$  de tijd in jaren met  $t = 0$  in december 2015. Veronderstel dat de formule voor  $I$  ook na 2025 geldt.

- 4p **9** Bereken met behulp van de formule voor  $I$  in welk jaar het IoT voor het eerst meer dan drie keer zo veel apparaten zal bevatten als eind 2025.