

Zevenkamp

Een relatief jong atletieknummer van de Olympische Spelen is de zevenkamp voor vrouwen. De vrouwen strijden in twee dagen op zeven verschillende baan- en veldonderdelen. De baanonderdelen zijn 100 meter horden, 200 meter en 800 meter hardlopen. De veldonderdelen zijn hoogspringen, kogelstoten, verspringen en speerwerpen. De prestaties van elk onderdeel worden omgerekend naar punten. Deze punten worden vervolgens bij elkaar opgeteld waarna een ranglijst kan worden opgesteld.

De punten worden als volgt berekend:

- $Punten = A \cdot (B - X)^C$ voor baanonderdelen
- $Punten = A \cdot (X - B)^C$ voor veldonderdelen
- De puntenaantallen worden altijd naar beneden afgerond

A , B en C zijn constanten die per onderdeel verschillen, zoals te zien is in tabel 1 hieronder. X is de prestatie van de atleet in eenheden zoals deze in de laatste kolom staat weergegeven.

tabel 1

onderdeel	A	B	C	eenheden
100 m horden	9,23076	26,7	1,835	seconden
hoogspringen	1,84523	75	1,348	centimeters
kogelstoten	56,0211	1,5	1,05	meters
200 m hardlopen	4,99087	42,5	1,81	seconden
verspringen	0,188807	210	1,41	centimeters
speerwerpen	15,9803	3,8	1,04	meters
800 m hardlopen	0,11193	254	1,88	seconden

Jacky Joyner behaalde in 1988 een wereldrecord op de zevenkamp voor vrouwen. In tabel 2 staan per onderdeel de punten van Joyner en van Sabine John, de nummer 2.

tabel 2

rang	naam	100 m horden	hoog	kogel	200 m	ver	speer	800 m	totaal
1	Joyner	1172	1054	915	1123	1264	776	987	7291
2	John	1147	978	943	1015	1076	716	1022	6897

Voor de 100 meter horden geldt de volgende formule:

$$P_{100\text{m}} = 9,23076 \cdot (26,7 - X)^{1,835}$$

Hierbij is $P_{100\text{m}}$ de hoeveelheid punten voor dit onderdeel en X de tijd op dit onderdeel in seconden.

Met behulp van tabel 2 en de formule kun je de tijd van Joyner berekenen op de 100 meter horden.

- 3p **18** Bereken de tijd van Joyner op de 100 meter horden in 2 decimalen nauwkeurig.

Aan de formules is te zien dat de puntenaantallen voor veldonderdelen in theorie onbeperkt groot kunnen worden. Je zou een speer 1000 meter ver kunnen werpen, dat levert veel punten op. Er is geen bovengrens. Aan de formules is ook te zien dat de puntenaantallen voor de baanonderdelen wel een bovengrens hebben.

- 5p **19** Bereken de bovengrens voor de 100 meter horden en bereken vervolgens hoe ver een atlete moet springen om ten minste ditzelfde aantal punten te behalen voor het onderdeel verspringen.

Met de afgeleide van de formule voor de 200 meter, $P_{200\text{m}}$, met de tijd X tussen 0 seconden en 42,5 seconden, is na te gaan of $P_{200\text{m}}$ toenemend stijgend, toenemend dalend, afnemend stijgend of afnemend dalend is.

- 6p **20** Bepaal deze afgeleide en onderzoek met behulp van een schets van de grafiek van deze afgeleide of $P_{200\text{m}}$ toenemend stijgend, toenemend dalend, afnemend stijgend of afnemend dalend is.

Bij het onderdeel speerwerpen mogen alle atletes driemaal werpen. De verste afstand telt. Voor een score van 800 punten moet je de speer minimaal een keer 46,87 meter ver werpen.

Door de statistieken van atlete Q te bestuderen weten we dat zij bij het onderdeel speerwerpen een gemiddelde heeft van 40,9 meter met een standaardafwijking van 3,0 meter. We gaan er in dit model van uit dat de afstand van haar worp normaal verdeeld is en dat de drie worpen onafhankelijk van elkaar zijn.

- 6p **21** Bereken de kans dat deze atlete op het onderdeel speerwerpen ten minste 800 punten zal scoren.