| Vraag | Antwoord | Scores |
|---|---|---|

## Spots

**3 maximumscore 4**

- $r^2 = x^2 + d^2$ (en dus $\frac{1}{r^2} = \frac{1}{x^2 + d^2}$) 1
- $\cos\alpha = \frac{x}{r}$ 1
- $\frac{x}{r} = \frac{x}{\sqrt{x^2 + d^2}}$ 1
- $E = \frac{I_{\text{spot}}}{4\pi} \cdot \frac{1}{x^2 + d^2} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + d^2}} = \frac{I_{\text{spot}}}{4\pi} \cdot \frac{x}{\left(x^2 + d^2\right)^{\frac{3}{2}}}$ 1

**4 maximumscore 7**

- $\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}x} = \frac{I_{\text{spot}}}{4\pi} \cdot \frac{1 \cdot \left(x^2 + 100\right)^{\frac{3}{2}} - x \cdot \frac{3}{2} \cdot \left(x^2 + 100\right)^{\frac{1}{2}} \cdot 2x}{\left(\left(x^2 + 100\right)^{\frac{3}{2}}\right)^2}$ 2
- $\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}x} = 0$ geeft $\left(x^2 + 100\right)^{\frac{3}{2}} - 3x^2\left(x^2 + 100\right)^{\frac{1}{2}} = 0$ 1
- $\left(x^2 + 100\right)^{\frac{1}{2}}\left(x^2 + 100 - 3x^2\right) = 0$ 1
- $x^2 + 100 - 3x^2 = 0$ (omdat $\left(x^2 + 100\right)^{\frac{1}{2}} \neq 0$) 1
- $x^2 = 50$ dus (omdat $x > 0$) $x = \sqrt{50}$ 1
- Het antwoord: 7,1 (mm) 1

**5 maximumscore 6**

- De horizontale afstand (in mm) van de rechterspot tot $P$ is $40 - d$ 1
- De totale verlichtingssterkte in $P$ is
  $\frac{500}{4\pi} \cdot \frac{25}{\left(25^2 + d^2\right)^{\frac{3}{2}}} + \frac{500}{4\pi} \cdot \frac{25}{\left(25^2 + (40 - d)^2\right)^{\frac{3}{2}}}$ 2
- Beschrijven hoe het maximum 0,074 (of nauwkeuriger) gevonden kan worden 1
- Beschrijven hoe het minimum 0,061 (of nauwkeuriger) gevonden kan worden 1
- Het minimum is 82% (of nauwkeuriger) (of: 80% van het maximum is 0,059), dus het deel van het werkoppervlak tussen de spots wordt voldoende gelijkmatig belicht 1

*Opmerkingen*

– *De factor* $\frac{500}{4\pi}$ *mag, mits toegelicht, in de berekening buiten beschouwing worden gelaten.*

– *Als wordt aangenomen dat* $E_{\text{totaal}} = 2E$, *voor deze vraag geen scorepunten toekennen.*