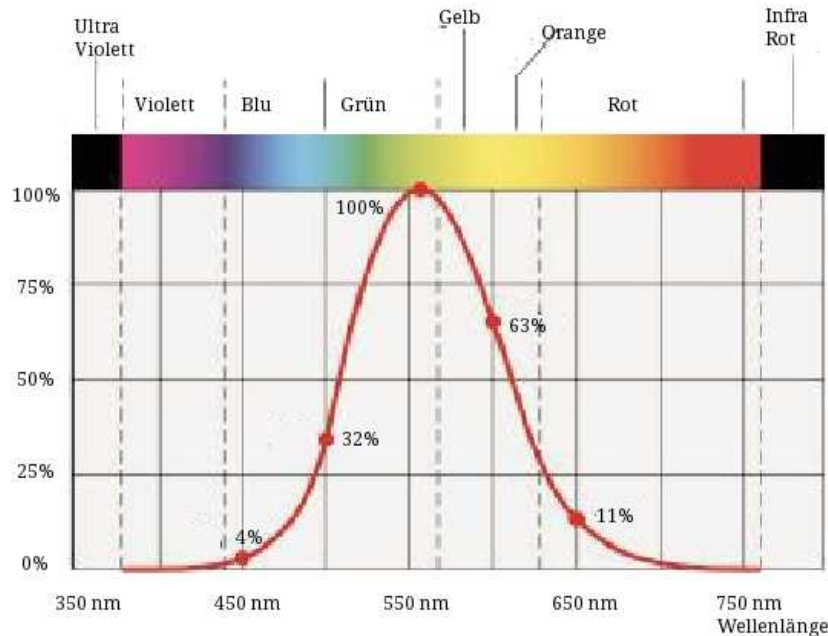


Frage 6

Die folgende Abbildung zeigt die Abhängigkeit der relativen (prozentuale) Sensibilität unseres Auges in Abhängigkeit der Wellenlänge im sichtbaren Bereich. Das Maximum der Sensibilität (mit 100%) befindet sich bei $\lambda = 555 \text{ nm}$.



Quelle: <http://www.progettazioneottica.it/unita-fotometriche-lumen-candele-lux/1172>

Anmerkung: Die absolute Sensibilität unserer Augen für eine spezielle Wellenlänge ist definiert als das Verhältnis der Energie die von der Netzhaut an das Gehirn gesendet wird (z.B. in Form elektrischer Energie) und der Energie der elektromagnetischen Welle die auf die Netzhaut trifft. Die relative (prozentuale) Sensibilität für eine bestimmte Wellenlänge ist definiert als das Verhältnis der absoluten Sensibilität einer bestimmten Wellenlänge zur absoluten Sensibilität bei einer Wellenlänge von $\lambda = 555 \text{ nm}$ (in Prozent).

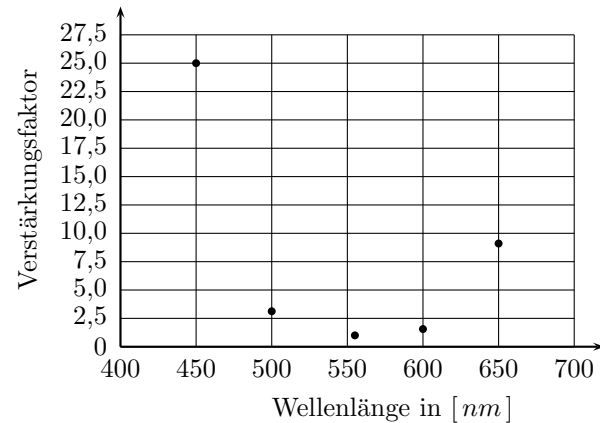
Erstelle mit Hilfe der im Diagramm enthaltenen Daten (verwende nur jene Wellenlänge für welche die Werte der relativen Sensibilität als Zahl angegeben sind) ein weiteres Diagramm, welches angibt, um wieviel die Intensität der einfallenden Strahlung bei einer bestimmten Wellenlänge erhöht werden muss, damit für jede Wellenlänge die gleiche Energie an das Gehirn gesendet wird (für die maximale relative Sensibilität wird der Wert mit 1 angegeben).

Berechne außerdem wieviele Photonen bei einer Wellenlänge von $\lambda = 650 \text{ nm}$ die Netzhaut erreichen müssen, um an das Gehirn die gleiche Energiemenge zu senden wie beim Eintreffen von 1000 Photonen mit einer Wellenlänge von 555 nm .

Lösung:

Folgendes Diagramm beinhaltet die notwendige Intensitätserhöhung und ist als Kehrwert der relativen Sensibilität aus dem ersten Diagramm berechnet worden.

| Wellenlänge [nm] | Relative Sensibilität | Intensitäts- erhöhung |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|
| 450 | 0,04 | 25 |
| 500 | 0,32 | 3,125 |
| 555 | 1 | 1 |
| 600 | 0,63 | 1,558 |
| 650 | 0,11 | 9,1 |



Die Energie eines Photons und damit auch die Energie von N *Photon* ist bestimmt durch die Frequenz:

$$E_{\text{Photon}} = h \cdot \nu = h \cdot \frac{c}{\lambda} \quad \longrightarrow \quad E_{N, \text{Photonen}} = N \cdot E_{\text{Photon}}$$

Soll mit Photonen der Wellenlänge 650 nm die selbe Energie wie mit 1000 Photonen der Wellenlänge 555 nm übertrage werden ist eine höhere Photonenanzahl nötig:

$$E_{N_1, Ph, \lambda_1} = E_{N_2, Ph, \lambda_2} \quad \Rightarrow \quad N_1 \cdot h \cdot \frac{c}{\lambda_1} = N_2 \cdot h \cdot \frac{c}{\lambda_2} \quad \Rightarrow \quad N_2 = N_1 \cdot \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = 1000 \cdot \frac{650 \text{ nm}}{555 \text{ nm}} = 1171$$

Da die Netzhaut für Photonen mit der Wellenlänge 650 nm eine geringere relative Sensibilität hat, ist nochmal eine "Erhöhung" der Photonenanzahl um den Faktor 9,1 notwendig.

$$N = 9,1 \cdot N_1 = 1,07 \cdot 10^4$$