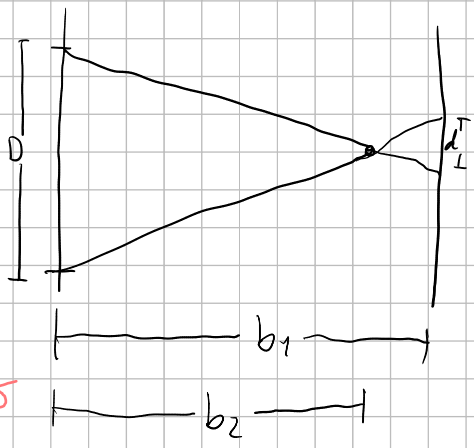
Aufgabe 1

a) $\frac{1}{b_1} + \frac{1}{g_1} = \frac{1}{f} \Rightarrow b_1 = \left(\frac{1}{f} - \frac{1}{g_1}\right)^{-1} = 0{,}0506\,m$



0,5

b) $b_2 = \left(\frac{1}{f} - \frac{1}{g_2}\right)^{-1}$ (Bildabstand)

$$d = \left(\frac{b_1 - b_2}{b_2}\right) D$$

0,5

c) Für $g_2 = 7m$ $d \overset{!}{=} 50\mu m$ $D = \frac{d\, b_2}{|b_2 - b_1|}$

$b_2 = 0{,}0503\,m$

$D = 0{,}00921\,m$

$\delta = 5{,}42$

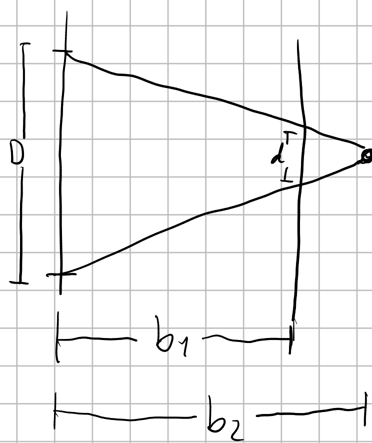
Für $g_2 \to \infty \Rightarrow b_2$

$\Rightarrow b_2 = f$

$\Rightarrow D = 0{,}00395$ $\delta = 12{,}6582$

1

d) $\frac{d}{D} = \frac{b_2 - b_1}{b_2} = 1 - \frac{b_1}{b_2} \Rightarrow \frac{b_1 D}{D - d} = b_2$



$\Rightarrow g_2 = \left(\frac{1}{f} - \frac{1}{b_2}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{f} - \frac{D-d}{b_1 D}\right)^{-1}$

$= 2{,}8\,m$ für $g_2 = 7m$

$= 2\,m$ für $g_2 \to \infty$

1

e) $v_b = v\,\frac{b_1}{g_1} = 0{,}042\,\frac{km}{h}$ Belichtungszeit t

$v_b \cdot t \overset{!}{=} 50\mu m$

$\Rightarrow \frac{50\mu m}{v_b} = t = 0{,}001185\,s$

1

4/4

Aufgabe 2

a) Ein Phasengitter ist ein optisches Bauelement bei dem die Phase des einfallenden Lichts an unterschiedlichen Orten des Gitters unterschiedlich stark verschoben wird. Dadurch kommt es auf der rückseite des Gitters zur Beugung des Lichts

1.5

b) $\sin(\alpha_0) \cancel{=} \pm \frac{2(n-1)h}{d} \Rightarrow \alpha_0 = \pm 11,537°$ Woher kommen die Bedingungen?

$\sin(\alpha_1) \cancel{=} \pm 2 \frac{(n-1)h \pm \lambda}{d} \Rightarrow \alpha_1^+ = \pm 18,9656°$ f $\alpha_1^- = \pm 4.30122°$ f

0.5

2/4

Aufgabe 3

a) Für Rayleigh-Streuung muss das Objekt viel kleiner als die Wellenlänge sein. Also im Bereich < 5 nm

Beispielsweise Streuung an kleinen Molekülen wie N_2, O_2, H_2

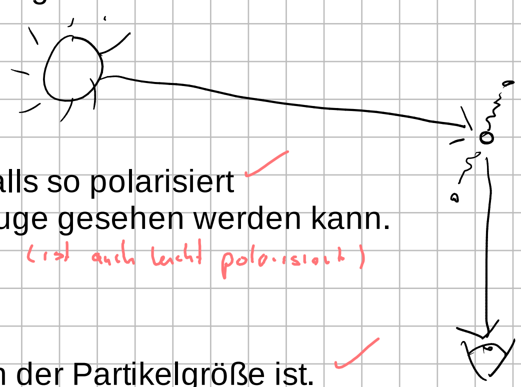
Die Rötung des Himmels bei Sonnenuntergang kann mit der Rayleigh-Streuung erklärt werden. Diese hat erst bei sehr langem Weg durch die Luft einen signifikanten Einfluss und streut die blauen Anteile weg.

Der Zusammenhang mit der Wellenlänge ist $\sim \frac{1}{\lambda^4}$

Die normale blaufärbung des Himmels lässt sich auch durch Rayleigh-Streuung erklären, da der blaue Teil des Lichts gestreut wird und damit sichtbar wird. ok

Die Polarisation kommt durch die Schwingungsrichtung der Induzierten Dipole im streuenden Medium zustande. Die Dipole schwingen in einer Ebene ortogonal zur Einfallrichtung. Da der Beobachter meist in einem recht steilen Winkel zu dieser Ebene beobachet wird eine Komponente der Streusstrahlung in Beobachtungssrichtung weniger angestrahlt als die andere.

2.5



b) Das an der Atmosphäre gestreute modlicht sollte ebenfalls so polarisiert sein aber es ist so schwach, dass es nicht mit bloßem Auge gesehen werden kann. Das direkte Modlicht ist nicht in dieser Weise polarisiert. (ist auch leicht polarisiert)

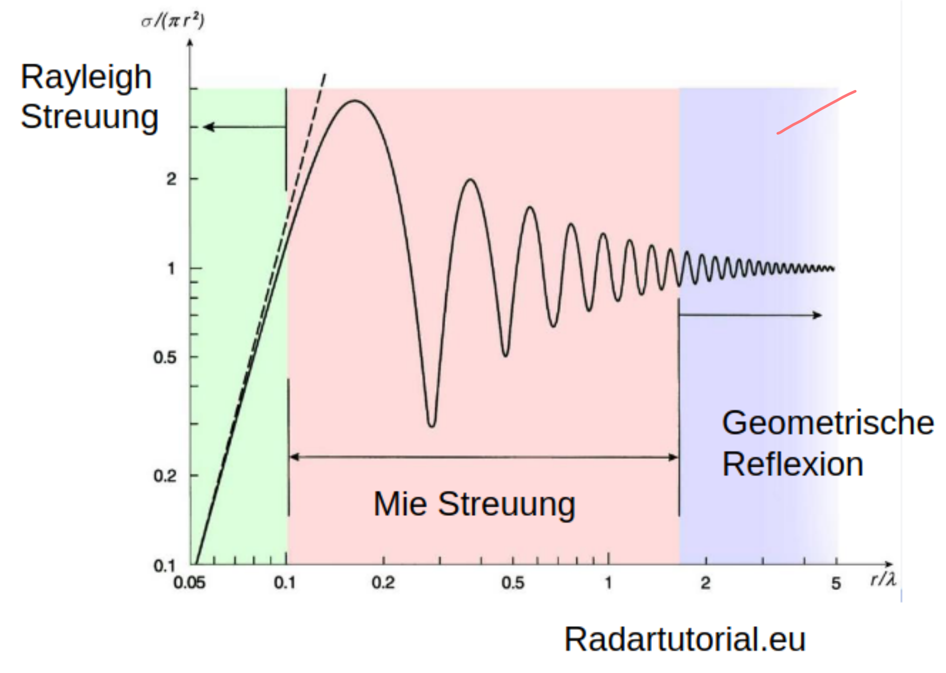
Mie-Streuung findet statt, wenn die Wellenlänge ähnlich der Partikelgröße ist.

Gold Nanopartikel ok.

Die Korona um helle Objekte lässt sich durch Mie-Streuung erklären.

1.5

Der Streungsquerschnitt verhält sich wie rechts abgebildet mit der Wellenlänge.



4/4

Aufgabe 4

a) $I(\rho) = I_0 \exp(-\frac{\rho^2}{w_0^2})$ Integration über den Gesamtraum

$$\iint_{\mathbb{R}^2} I_0 \exp(-r^2/w_0^2)\, dx\, dy = \int_0^{\cancel{w_0}\ \infty} 2\pi r I_0 \exp(-r^2/w_0^2)\, dr$$

$$= \int_0^{\cancel{w_0}\ \infty} 2\pi r I_0 \exp(r^2/w_0^2)\, dr = \left[-\pi w_0^2 I_0 \exp(-\frac{r^2}{w_0^2})\right]_0^{\cancel{w_0}\ \infty} = -\pi w_0^2 I_0 \overset{\to 0}{\exp(-\frac{w_0}{w_0^2})} + \pi w_0^2 I_0 \exp(-\frac{0}{w_0^2})$$

$$= \pi w_0^2 I_0 (1-\cancel{\tfrac{1}{e}}) = \pi w_0^2 I_0$$ 0.5

b) $w_M = w_0\left(1+\left(\frac{z_{Mond}}{z_0}\right)^2\right)^{\frac{1}{2}}$ = mit $z_0 = \frac{\pi w_0^2}{\lambda}$

c) $I_{M}(r) = \frac{w_0^2}{w_M^2} I(r \frac{w_0}{w_M})$ → Begründung / Rechnung 0.5

d) $I_0' = \frac{w_0^2}{w_M^2} I(0 \frac{w_0}{w_M}) = I_0 \frac{w_0^2}{w_M^2}$ $w_0' = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = w_0$ $z_0' = \frac{\pi}{\lambda} w_0'^2$

$I_f = \frac{w_0'^2}{w_E'^2} I_0' = \frac{w_0'^2 w_0^2}{w_E'^2 w_M^2} I_0 = \frac{w_0^4}{w_E'^2 w_M^2} I_0$ $w_E' = w_0'\left(1+\left(\frac{z_{Mond}}{z_0'}\right)^2\right)^{\frac{1}{2}}$ $= w_M$ (siehe b))

$\Rightarrow \frac{w_0^4}{w_M^4} I_0$ 0.5

1.5/3

```
In[∘]:= n = 1.4;
        d = 4 × 10^-6;
        h = 1 × 10^-6;
        λ = 500 × 10^-9;
```

$$\text{ArcSin}\left[2\,(n-1)\,\frac{h}{d}\right]\frac{180}{\text{Pi}}$$

$$\text{ArcSin}\left[-2\,(n-1)\,\frac{h}{d}\right]\frac{180}{\text{Pi}}$$

$$\text{ArcSin}\left[\frac{(2\,(n-1)\,h)+\lambda}{d}\right]\frac{180}{\text{Pi}}$$

$$\text{ArcSin}\left[\frac{(2\,(n-1)\,h)-\lambda}{d}\right]\frac{180}{\text{Pi}}$$

```
Out[∘]= 11.537
Out[∘]= -11.537
Out[∘]= 18.9656
Out[∘]= 4.30122
```

```
In[∘]:= f = 0.05;
        g1 = 4;
        d = 50 × 10^-6;
```

$$b1 = \left(\frac{1}{f}-\frac{1}{g1}\right)^{-1}$$

$$b2 = \left(\frac{1}{f}-\frac{1}{g2}\right)^{-1} \text{ /. } g2 \to 7$$

$$GD = \frac{b2\,d}{b1-b2}$$

f / GD

$$\left(\frac{1}{f}-\frac{GD-d}{b1\,GD}\right)^{-1}$$

```
Out[∘]= 0.0506329
Out[∘]= 0.0503597
Out[∘]= 0.00921667
Out[∘]= 5.42495
Out[∘]= 2.8
```

In[∘]:= $12\,\frac{b1}{g1} \Big/ 3.6$

```
Out[∘]= 0.0421941
```

In[ ]:= 50 × 10^-6 / 0.042194092827004225`

Out[ ]= 0.001185