

# MUSTERLÖSUNG

## 1. PRISMA 15 P ( 4 + 11 )

### 1.1 OPTIK SEITE 63 : Kapitel Prisma Zeile 7-11 und Abbildung oben rechts

1.2 a) Man setzt vor die Lichtquelle einen dünnen Beleuchtungsspalt und markiert auf dem Schirm die Lage "A" des nicht abgelenkten Spaltbildes.

Auf den sich zwischen Beleuchtungsspalt und Schirm befindlichen Prisentisch wird das Prisma aus Flintglas gestellt.

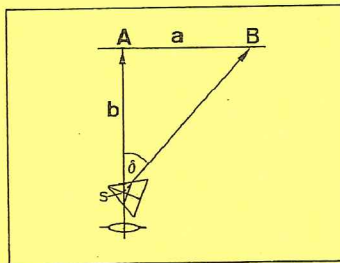
Der Prisentisch wird gedreht bis der Abstand zwischen dem nun vom Prisma abgelenkten Spaltbild und dem nicht abgelenkten Spaltbild minimal ist.

Die Lage "B" des abgelenkten Spaltbildes bei Minimalablenkung wird auf dem Schirm festgehalten.

Nun bestimmt man den Abstand  $a = AB$  und die Entfernung  $b$  zwischen Prisma und Schirm.

Wir wiederholen den Versuch mit den beiden anderen Glasprismen.

Aus der Messung der beiden Entfernungen  $a$  und  $b$  lässt sich der Winkel  $\delta_{MIN}$  bei Minimalablenkung berechnen :



$$\delta_{MIN} = \tan^{-1}\left(\frac{a}{b}\right)$$

Bestimmung des minimalen Ablenkungswinkels  
 $\delta_{min}$   
 Punkt A: Abbildung des Spaltes ohne Prisma  
 Punkt B: Abbildung des Spaltes mit Prisma

Die Gesamtablenkung eines Lichtstrahls ist minimal, wenn der Strahl das Prisma symmetrisch durchläuft. In diesem Fall gilt :

$$\alpha_1 = \alpha_2 \quad \text{und} \quad \beta_1 = \beta_2 = \frac{\gamma}{2} \quad [1]$$

$$\delta_{MIN} = 2 \cdot \alpha_1 - \gamma \quad \Rightarrow \quad \alpha_1 = \frac{\delta_{MIN} + \gamma}{2} \quad [2]$$

Das Brechungsgesetz  $n = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1}$  nimmt mit [1] und [2] die Form  $n = \frac{\sin \frac{\delta_{MIN} + \gamma}{2}}{\sin \frac{\gamma}{2}}$  an.

b)  $b = 22 \text{ cm}$


Prisma	Glassorte	$\gamma$	a (cm)	$\delta_{MIN}$	n
A	Flintglas	30°	8	20,0°	1,63
B	Quarzglas	60°	14,6	33,6°	1,46
C	Kronglas	45°	10,3	25,1°	1,50

c) Da  $n_{vio} > n_{grün} > n_{rot}$  wird der rote Lichtstrahl weniger stark als der grüne, der violette Lichtstrahl dagegen stärker als der grüne Lichtstrahl abgelenkt.  
 Also gilt für ein bestimmtes Prisma  $a_{vio} > a_{grün} > a_{rot}$ .  
 Die Abhängigkeit der Brechzahl von der Farbe (Wellenlänge) des Lichts heißt Dispersion.

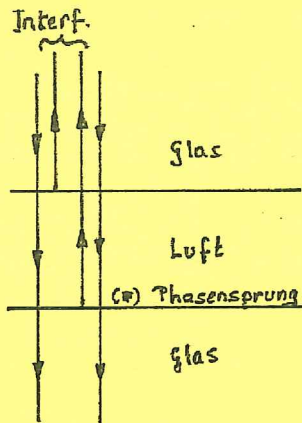


## 2. NEWTONSCHES FARBENGLAS 12 P ( 3 + 4 + 5 )

2.1  OPTIK SEITE 85 : Zeile 16-23

2.2  OPTIK SEITE 86 : Zeile 15-21 und Abbildung oben links

2.3



Beobachtung im reflektierten Licht  $\Rightarrow \Delta s = 2d + \frac{\lambda_L}{2}$

Maximale Helligkeit  $\Rightarrow \Delta s = k \cdot \lambda_L$

$$2d + \frac{\lambda_L}{2} = k \cdot \lambda_L$$

$$d = \frac{(2k-1) \cdot \lambda_L}{4} \quad \text{mit } k = 1, 2, 3, \dots$$

Aus 2.2 
$$d = \frac{r^2}{2 \cdot R}$$

$$\frac{r^2}{2 \cdot R} = (2k-1) \cdot \frac{\lambda_L}{4}$$

$$r = \sqrt{\frac{(2k-1) \cdot \lambda_L \cdot R}{2}}$$

$$r = \sqrt{\frac{(2 \cdot 10 - 1) \cdot 6,5 \cdot 10^{-7} \cdot 10}{2}}$$

$$r = 7,9 \text{ mm}$$

$$d = 15,8 \text{ mm}$$

## 3. RADIOAKTIVER ZERFALL 11 P ( 4 + 4 + 3 )

3.1

$$E = m \cdot c^2$$

$$m = \frac{E}{c^2}$$

$$m = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{9 \cdot 10^{16}}$$

$$m = 3,56 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$v = c \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{m_0}{m}\right)^2}$$

$$v = 3 \cdot 10^8 \sqrt{1 - \left(\frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{3,56 \cdot 10^{-30}}\right)^2}$$

$$v = 2,9 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$



### 3.2

$$\begin{aligned} A_0 &= \lambda \cdot N_0 & \left| \begin{aligned} N_0 &= \frac{m_{p,0}}{A_r \cdot u} \\ \lambda &= \frac{\ln 2}{t_H} \end{aligned} \right. \\ A_0 &= \frac{\ln 2 \cdot m_{p,0}}{A_r \cdot u \cdot t_H} \\ A_0 &= \frac{\ln 2 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3}}{209 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot 66 \cdot 24 \cdot 3600} \\ A_0 &= \underline{\underline{7 \cdot 10^{13} \text{ Bq}}} \end{aligned}$$

### 3.3

$$\begin{aligned} m_p &= m_{p,0} \cdot e^{-\lambda \cdot t} \\ &= m_{p,0} \cdot e^{-\frac{t \cdot \ln 2}{t_H}} \\ &= 0,200 \cdot e^{-\frac{2 \cdot \ln 2}{66}} \\ m_p &= \underline{0,196 \text{ g}} \\ \Delta m &= m_{p,0} - m_p \\ &= 0,200 - 0,196 \\ \Delta m &= \underline{\underline{0,004 \text{ g} = 4 \text{ mg}}} \end{aligned}$$

## 4. FOTOEFFEKT 12 P ( 4 + 4 + 2 + 2 )

### 4.1

$$\begin{aligned} n_p &= \frac{E_{\text{gesamt}}}{E_{\text{Photon}}} & \left| \begin{aligned} E_{\text{gesamt}} &= P \cdot t \\ &= 1 \cdot 60 \\ E_{\text{gesamt}} &= 60 \text{ J} \\ E_{\text{Photon}} &= \frac{h \cdot c}{\lambda} \\ &= \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{5,2 \cdot 10^{-7}} \\ E_{\text{Photon}} &= 3,82 \cdot 10^{-19} \text{ J} \end{aligned} \right. \\ n_p &= \frac{60}{3,82 \cdot 10^{-19}} \\ n_p &= \underline{\underline{1,57 \cdot 10^{20}}} \end{aligned}$$



## 4.2

$$E_{kin,e} = E_{photon} - W_A$$

$$W_A = \frac{h \cdot c}{\lambda_{gr}}$$

$$W_A = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{6,7 \cdot 10^{-7}}$$

$$W_A = 2,96 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_{kin,e} = (3,82 - 2,96) \cdot 10^{-19}$$

$$E_{kin,e} = 8,6 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$E_{kin,e} = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{kin,e}}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 8,6 \cdot 10^{-20}}{9,1 \cdot 10^{-31}}}$$

$$v = 4,35 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

## 4.3

$$I = \frac{n_e \cdot e}{t} \quad n_e = n_p = 1,57 \cdot 10^{20}$$

$$= \frac{1,57 \cdot 10^{20} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{60}$$

$$I = 0,42 \text{ A}$$

## 4.4

$$E_{el} = E_{kin,e}$$

$$e \cdot U = E_{kin,e}$$

$$U = \frac{E_{kin,e}}{e}$$

$$U = \frac{8,6 \cdot 10^{-20}}{1,6 \cdot 10^{-19}}$$

$$U = 0,54 \text{ V}$$

## 5. ZEITDILATATION 10 P

