

Klausur Herbst 2014

Aufgabe 1 (Körper auf rauer Oberfläche; Prüfung ExPh H2014A1)

Ag_EXPH_H2014A1.tex

Ein Körper der Masse m gleite auf einer rauen Oberfläche und werde durch eine Schnur auf einer horizontalen Kreisbahn mit dem Radius r gehalten. Die Geschwindigkeit des Körpers sei am Anfang v_0 und betrage nach einer vollen Umdrehung $v_0/2$.

- a) Wie groß sind zu Beginn die Rotationsenergie E_{rot} und der Drehimpuls L des Körpers bezüglich der Drehachse? Betrachten Sie den Körper hierbei als punktförmig. $\frac{1}{2}mv_0^2; rmv_0$

Lösung:

Rotationsenergie eines Körpers allgemein: $E_{\text{rot}} = \frac{1}{2}\theta\omega^2$

Trägheitsmoment einer Punktmasse bezüglich der Rotationsachse im Abstand r : $\theta = mr^2$

Tangentialgeschwindigkeit $v = \omega r$, damit gilt $\omega = v/r$

Alles einsetzen:

$$\begin{aligned} E_{\text{rot, Anfang}} &= \frac{1}{2}\theta\omega^2 = \frac{1}{2}mr^2 \left(\frac{v_0}{r}\right)^2 \\ &= \frac{1}{2}mv_0^2 \end{aligned}$$

Gesamte kinetische Energie steckt in Rotationsenergie.

Drehimpuls: $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$

Hier $\vec{r} \perp \vec{v}$: $L = rp = rmv_0$

- b) Drücken Sie die Arbeit, die durch die Reibung während einer Umdrehung verrichtet wird in Abhängigkeit von m und v_0 aus. $-\frac{3}{8}mv_0^2$

Lösung:

Die Arbeit kann über die Energiedifferenz der Rotationsenergie am Ende und am Anfang bestimmt werden.

$$\begin{aligned} W_R = \Delta E &= E_{\text{rot, Ende}} - E_{\text{rot, Anfang}} = \frac{1}{2}m\left(\frac{v_0}{2}\right)^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \\ &= -\frac{3}{8}mv_0^2 \end{aligned}$$

Negativ da der Körper an der Oberfläche Arbeit verrichtet hat.

- c) Welchen Wert hat der Gleitreibungskoeffizient?

$$\frac{3v_0^2}{16\pi rg}$$

Lösung:

Die Arbeit lässt sich auch durch $W = \int \vec{F} d\vec{s}$ bestimmen. Die hier auftretende Reibungskraft $F_R = \mu_{\text{gl}}mg$ ist immer entgegen gesetzt zur Richtung der Geschwindigkeit gerichtet, d.h. immer parallel zum Weg in entgegengesetzter Richtung. Der Länge des Weges ist gerade der Umfang eines Kreises.

$$\begin{aligned} W &= \int_0^{2\pi r} -\mu_{\text{gl}}mg ds = -\mu_{\text{gl}}mg \cdot 2\pi r \\ -\frac{3}{8}mv_0^2 &= -\mu_{\text{gl}}mg \cdot 2\pi r \\ \mu_{\text{gl}} &= \frac{3v_0^2}{16\pi rg} \end{aligned}$$

Alternative Lösung:

Aufstellen der Bewegungsgleichung für gleichmäßig beschleunigte Bewegung auf krummen Koordinatenachsen:

Allgemeine Form

$$s(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + s_0$$

$$v(t) = at + v_0$$

Randbedingungen

$$s(t=0) = 0$$

$$s(t=T) = 2\pi r$$

$$v(t=0) = v_0$$

$$v(t=T) = v_0/2$$

Geschwindigkeit liefert T

$$T = -\frac{v_0}{2a}$$

Weg-Zeit Gesetz liefert a

$$a = -\frac{3v_0^2}{16\pi r}$$

Damit kann man dann μ_{gl} bestimmen zu $\mu_{gl} = \frac{a}{g} = \frac{3v_0^2}{16\pi r g}$. Und schließlich die Arbeit über die Definition $W := \int \vec{F} d\vec{s}$.

$$\begin{aligned} W &= \int_0^{2\pi r} m a ds = - \int_0^{2\pi r} \mu_{gl} mg ds \\ &= -\mu_{gl} mg \cdot 2\pi r \\ &= -\frac{3v_0^2}{16\pi r g} mg \cdot 2\pi r = -\frac{3}{8} m v_0^2 \end{aligned}$$

Quelle: Prüfungsaufgaben zur Experimentalphysik A/B

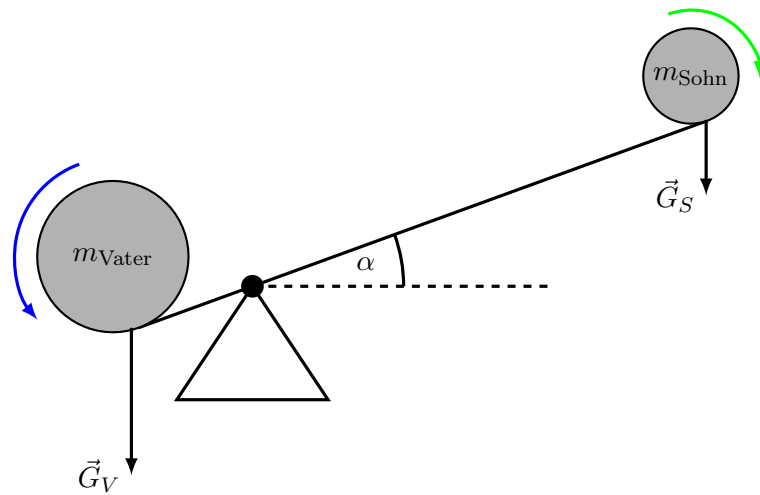
Aufgabe 2 (Wippe; Prüfung ExPh H2014A2)

[Ag_EXPH_H2014A2.tex](#)

Vater und Sohn spielen auf einer Wippe. Der Sohn wiegt 20 kg und der Vater 80 kg. Der als masselos angenommene Wippbalken hat eine Länge von 4,0 m.

- a) Zeichnen Sie die Wippe und berechnen Sie die auftretenden Drehmomente aus den wirkenden Kräften für einen beliebigen Auflagepunkt der Wippe. $m_{\text{Vater}} \cdot g \cdot l_{\text{Vater}} \cdot \sin \alpha$; $m_{\text{Sohn}} \cdot g \cdot l_{\text{Sohn}} \cdot \sin \alpha$

Lösung:

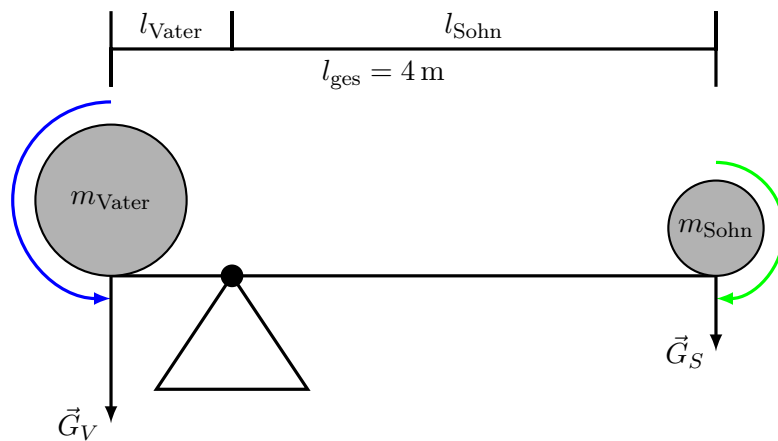


$$M_{\text{Vater}} = m_{\text{Vater}} \cdot g \cdot l_{\text{Vater}} \cdot \sin \alpha$$

$$M_{\text{Sohn}} = m_{\text{Sohn}} \cdot g \cdot l_{\text{Sohn}} \cdot \sin \alpha$$

- b) Wo muss sich die Drehachse auf dem Wippbalken befinden, damit die Wippe in horizontaler Lage stehenbleiben kann? $l_{\text{Vater}} = 0,80 \text{ m}; l_{\text{Sohn}} = 3,2 \text{ m}$

Lösung:



$$M_{\text{Vater}} = m_{\text{Vater}} \cdot g \cdot l_{\text{Vater}}$$

$$M_{\text{Sohn}} = m_{\text{Sohn}} \cdot g \cdot l_{\text{Sohn}}$$

Gleichgewicht herrscht, wenn beide Drehmomente gleich groß sind. Dies ist der Fall, wenn die Längen der beiden Hebelarme umgekehrt proportional zu den jeweiligen Gewichten sind.

$$M_{\text{Vater}} = M_{\text{Sohn}}$$

$$m_{\text{Vater}} \cdot g \cdot l_{\text{Vater}} = m_{\text{Sohn}} \cdot g \cdot l_{\text{Sohn}}$$

$$\frac{m_{\text{Vater}}}{m_{\text{Sohn}}} = \frac{l_{\text{Sohn}}}{l_{\text{Vater}}}$$

$$\text{mit: } 4 \text{ m} = l_{\text{ges}} = l_{\text{Vater}} + l_{\text{Sohn}}$$

$$\frac{m_{\text{Vater}}}{m_{\text{Sohn}}} = \frac{l_{\text{Sohn}}}{l_{\text{ges}} - l_{\text{Sohn}}}$$

$$\Rightarrow l_{\text{Sohn}} = \frac{m_{\text{Vater}} \cdot l_{\text{ges}}}{m_{\text{Sohn}} + m_{\text{Vater}}}$$

$$= 3,2 \text{ m}$$

$$\Rightarrow l_{\text{Vater}} = 0,80 \text{ m}$$

- c) Die Mutter (70 kg) setzt sich nun zum Vater auf die ruhende Wippe. Dabei senkt sich die elterliche Seite der Wippe um den Höhenunterschied $\Delta h = 50 \text{ cm}$, bis sie den Boden berührt. Mit welcher Geschwindigkeit trifft sie den Boden? $v = 1,2 \text{ m/s}$

Lösung:

Die Geschwindigkeit kann über den Energieerhaltungssatz bestimmt werden. Die potentielle Energie der Mutter ist gleich der Summe aller kinetischen Energien nachher. Dies ist so, da die potentielle Energie von Vater und Sohn sich immer ausgleichen.

$$m_{\text{Mutter}} \cdot g \cdot \Delta h = \frac{1}{2} (m_{\text{Mutter}} + m_{\text{Vater}}) v^2 + \frac{1}{2} m_{\text{Sohn}} v_{\text{Sohn}}^2$$

$$\text{mit: } v_{\text{Sohn}} = \frac{l_{\text{Sohn}}}{l_{\text{Vater}}} \cdot v = 4 \cdot v$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{m_{\text{Mutter}} \cdot g \cdot \Delta h}{\frac{1}{2} (m_{\text{Mutter}} + m_{\text{Vater}}) + 8 \cdot m_{\text{Sohn}}}$$

$$v = 1,2 \text{ m/s}$$

Quelle: Prüfungsaufgaben zur Experimentalphysik A/B

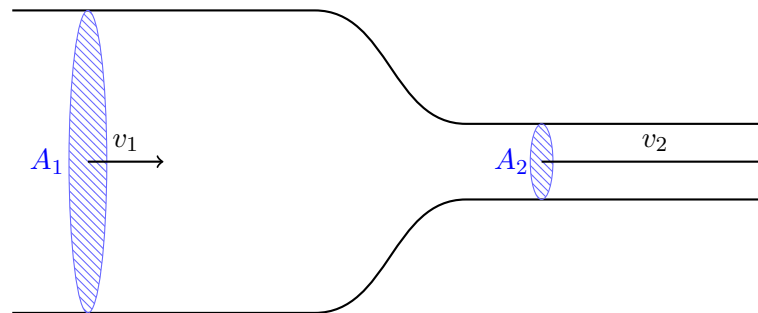
Aufgabe 3 (Rohrleitung; Prüfung ExPh H2014A3)

[Ag_EXPH_H2014A3.tex](#)

Wasser wird mit einem Massenstrom dm/dt durch eine Rohrleitung gepumpt, die sich von einem Querschnitt A_1 auf den Querschnitt A_2 verengt.

- a) Welche Strömungsgeschwindigkeiten v_1 und v_2 hat das Wasser in den beiden Teile des Rohres? $v_1 = 0,75 \text{ m/s}$; $v_2 = 8,6 \text{ m/s}$

Lösung:



Der Massenstrom dm/dt soll konstant sein, und es gilt:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{d(\rho \cdot A \cdot l)}{dt} = \rho \cdot A \cdot \frac{dl}{dt} = \rho \cdot A \cdot v$$

Für die Teilstücke gilt somit:

$$\frac{dm}{dt} = \rho \cdot A_{1/2} \cdot v_{1/2}$$

$$\Rightarrow v_1 = \frac{1}{\rho \cdot A_1} \frac{dm}{dt} = 0,75 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2 = \frac{1}{\rho \cdot A_2} \frac{dm}{dt} = 8,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- b) Welchen statischen Druck p_1 darf die Pumpe im weiten Rohr höchstens erzeugen, damit aus einer seitlichen Bohrung am engen Rohr bei einem Außendruck von p_0 kein Wasser austritt?
 $1,37 \cdot 10^5 \text{ Nm}^2$

Lösung:

Bernoullische Druckgleichung liefert:

$$p_1 + \frac{\rho}{2} v_1^2 = p_0 + \frac{\rho}{2} v_2^2$$

$$p_1 = p_0 + \frac{\rho}{2} (v_2^2 - v_1^2) = 1,37 \cdot 10^5 \text{ Nm}^2 \approx 1,37 \text{ bar}$$

Zahlenwerte: $dm/dt = 6,0 \text{ kg/s}$; $A_1 = 80 \text{ cm}^2$; $A_2 = 7,0 \text{ cm}^2$; $p_0 = 1,0 \text{ bar}$

Quelle: Übungsaufgaben zur Experimentalphysik A

Aufgabe 4 (Metallklotz, Prüfung ExPh H2014A4)

[Ag_EXPH_2014H_A4.tex](#)

Ein Metallstück der Masse m_M , das auf die Temperatur T_M erwärmt wurde, wird in ein isoliertes Gefäß getaucht, das Wasser der Masse m_W und der Temperatur T_W enthält. Es stellt sich eine Endtemperatur T_E ein.

- a) Wie groß ist die spezifische Wärme des Metalls?

$c_M = 0,92 \text{ J/gK}$

Lösung:

$$Q_A = Q_E$$

$$c_M m_M T_M + c_W m_W T_W = c_M m_M T_E + c_W m_W T_E$$

$$c_M = \frac{c_W m_W (T_E - T_W)}{m_M (T_M - T_E)}$$

- b) Welche Molmasse hat das Metall? Berücksichtigen Sie dabei, dass jedes Metallatom drei Schwingungsfreiheitsgrade besitzt.

$M_{M, \text{ molar}} = 27 \text{ g/mol}$

Lösung:

Drei Freiheitsgrade der Vibration (jeweils mit potentieller und kinetischer Energie), beziehungsweise Dulong-Petit-Gesetz ($c_n = 3R$).

$$c_{M, \text{ molar}} = 3R = c_M M_{M, \text{ molar}}$$

$$M_{M, \text{ molar}} = \frac{3R}{c_M} = 27 \text{ g/mol}$$

Die Wärmekapazität des Gefäßes werde vernachlässigt.

Zahlenwerte: $T_M = 100^\circ\text{C}$; $T_W = 18^\circ\text{C}$; $T_E = 35^\circ\text{C}$; $m_M = 300 \text{ g}$; $m_W = 250 \text{ g}$; $c_W = 4,2 \text{ Ws/gK}$.

Quelle: Prüfungsaufgaben zur Experimentalphysik A/B

Aufgabe 5 (Modellprozess; Prüfung ExPh H2014A5)

[Ag_EXPH_H2014A5.tex](#)

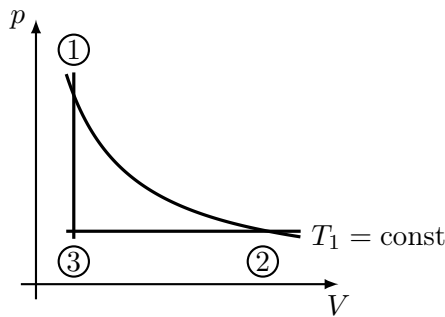
Eine feste Menge eines idealen Gases durchlaufe einen dreistufigen, reversiblen Kreisprozess.

- Schritt 1 : isotherme Expansion von (p_1, V_1, T_1) nach (p_2, V_2, T_2) ;
 Schritt 2 : isobare Kompression von (p_2, V_2, T_2) nach (p_3, V_3, T_3) ;
 Schritt 3 : isochor zurück von (p_3, V_3, T_3) nach (p_1, V_1, T_1) .

Es sei $p_2 = 0,1 p_1$.

- a) Skizzieren Sie den Prozess in einem p - V -Diagramm.

Lösung:



- b) Berechnen Sie T_2 , V_2 und T_3 aus den Anfangswerten (p_1 , V_1 , T_1). $T_2 = T_1$; $V_2 = 10 \cdot V_1$; $T_3 = \frac{T_1}{10}$

Lösung:

$T_2 = T_1$, bei 1-2 da isotherm

$$V_2 = V_1 \frac{p_1}{p_2} = V_1 \frac{p_1}{0,1 \cdot p_1} = 10 \cdot V_1$$

$p_3 = p_2$, bei 2-3 da isobar

$$T_3 = T_2 \frac{V_3}{V_2}, \text{ mit } V_3 = V_1, T_2 = T_1, V_2 = 10V_1$$

$$T_3 = \frac{T_1}{10}$$

- c) Berechnen Sie für die Schritte 1 bis 3 jeweils die am Gas bzw. vom Gas verrichtete Arbeit.

Lösung:

$$W_{12} = - \int_{V_1}^{V_2} p \, dV = - \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT_1}{V} \, dV = -nRT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} = -nRT_1 \ln 10 = -p_1 V_1 \ln 10$$

$$W_{23} = - \int_{V_2}^{V_3} p \, dV = -p_2(V_3 - V_2) = -\frac{p_1}{10}(V_1 - 10V_1) = \frac{9}{10}p_1 V_1 (>0, \text{ Umgebung verrichtet Arbeit})$$

$$W_{31} = - \int_{V_3}^{V_1} p \, dV = 0, \text{ da } V_1 = V_3$$

- d) Wie lautet der zweite Hauptsatz der Thermodynamik?

Lösung:

Formulierung 1: Wärmeenergie fließt von selbst immer nur vom wärmeren zum kälteren Körper, nie jedoch umgekehrt.

Formulierung 2: Es gibt keine periodisch arbeitende Maschine, die nichts anderes tut, als einem Reservoir Wärmeenergie zu entziehen und diese in mechanische Arbeit umzuwandeln.

Formulierung 3: Es gibt keine Wärmekraftmaschine, die einen höheren Wirkungsgrad hat als die (ideale) Carnot-Maschine.

Quelle: Prüfungsaufgaben zur Experimentalphysik A/B

Aufgabe 6 (leitende Kugel; Prüfung ExPh H2014A6)

[Ag_EXPH_H2014A6.tex](#)

Eine isolierte, elektrisch leitende Kugel mit dem Radius $R = 2,00 \text{ cm}$ trage eine Ladung von $q = 1,45 \text{ nC}$.

- a) Wie groß ist die elektrische Ladungsdichte σ auf der Kugeloberfläche? $2,9 \cdot 10^{-7} \text{ C/m}^2$

Lösung:

Die gesamte Ladung befindet sich auf der Oberfläche, da es sich um eine leitende Kugel handelt.

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{Q}{A} = \frac{q}{4\pi R^2} \\ &= \frac{1,45 \text{ nC}}{4\pi (2,00 \text{ cm})^2} = \frac{1,45 \cdot 10^{-9} \text{ C}}{5,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2} \\ &= 2,9 \cdot 10^{-7} \text{ C/m}^2\end{aligned}$$

- b) Wie groß sind jeweils die elektrische Verschiebungsdichte D und die elektrische Feldstärke E , und zwar (i) im Inneren der Kugel und (ii) im Außenraum direkt an der Oberfläche der Kugel?
(i) 0; 0 (ii) $2,9 \cdot 10^{-7} \text{ C/m}^2$; $32,6 \text{ kV/m}$

Lösung:

- (i) Verschiebungsdichte und elektrisches Feld sind im inneren gleich Null, da die Kugel leitend ist.
(ii) elektrisches Feld an der Oberfläche, d.h. $r \rightarrow R$:

$$E(R) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{R^2} = 32,6 \text{ kV/m}$$

Verschiebungsdichte an der Oberfläche:

$$D = \epsilon_0 E = \sigma = 2,9 \cdot 10^{-7} \text{ C/m}^2$$

- c) Wie groß ist die elektrische Energiedichte w im Außenraum unmittelbar an der Oberfläche der Kugel? $4,7 \cdot 10^{-3} \text{ J/m}^3$

Lösung:

Elektrische Energiedichte:

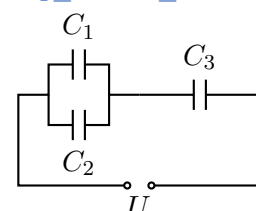
$$w = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 = 4,7 \cdot 10^{-3} \text{ J/m}^3$$

Quelle: Prüfungsaufgaben zur Experimentalphysik A/B

Aufgabe 7 (Kondensatorschaltung, Prüfung H2014A7)

[Ag_EXPH_H2014A7.tex](#)

Drei Kondensatoren sind entsprechend nebenstehender Darstellung geschaltet. Die Kapazitäten der Einzelkondensatoren seien gegeben durch. $C_1 = 10,0 \mu\text{F}$; $C_2 = 7,0 \mu\text{F}$; $C_3 = 5,0 \mu\text{F}$.



- a) Berechnen Sie die äquivalente Kapazität C_{123} bei Ersetzung der drei Einzelkondensatoren durch einen Kondensator 3,86 μ F

Lösung:

$$C_{12} = C_1 + C_2 = 17,0 \mu\text{F}$$
$$C_{123} = \frac{1}{\frac{1}{C_1+C_2} + \frac{1}{C_3}} = 3,86 \mu\text{F}$$

- b) Die Potenzialdifferenz U an der nebenstehenden Schaltung betrage $U = 18,0 \text{ V}$. Wie groß ist die Ladung auf der äquivalenten Kapazität C_{123} ? 69,5 μ C

Lösung:

$$Q_{123} = C_{123} \cdot U = 69,5 \mu\text{C}$$

- c) Wie groß sind die jeweiligen Ladungen auf den einzelnen Kondensatoren C_1 , C_2 und C_3 ? 40,88 μ C; 28,62 μ C; 69,5 μ C

Lösung:

$$Q_3 = Q_{123} = Q_1 + Q_2 = 69,5 \mu\text{C}$$
$$Q_1 = Q_{123} \frac{C_1}{C_1 + C_2} = 40,88 \mu\text{C}$$
$$Q_2 = Q_{123} \frac{C_2}{C_1 + C_2} = 28,62 \mu\text{C}$$

- d) Welche Energie ist in C_3 gespeichert? 483 μ J

Lösung:

$$U_3 = \frac{Q_3}{C_3}$$
$$E_3 = \frac{1}{2} C_3 U_3^2 = \frac{1}{2} \frac{Q_3^2}{C_3} = 483 \mu\text{J}$$

Quelle: Prüfungsaufgaben zur Experimentalphysik A/B

Aufgabe 8 (Feldlinien und Hall-Effekt; Prüfung ExPh H2014A8) [Ag_EXPH_H2014A8.tex](#)
Durch einen unendlich langen, dünnen Metalldraht fließe ein Strom von $I = 2,0 \text{ A}$.

- a) Berechnen Sie die magnetische Flussdichte B im Abstand von 1,0 m senkrecht zum Draht. Skizzieren Sie den Verlauf und die Richtung der magnetischen Feldlinien. Wie konnten Sie hierfür die Richtung bestimmen? $4 \cdot 10^{-7} \text{ T}$

Lösung:

Betrag Magnetfeld:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi d} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

Richtung mit der Rechte-Hand-Regel:

Umfasst man mit den Fingern der rechten Hand den Leiter, während der Daumen in Richtung der technischen Stromrichtung zeigt, so umfassen die Finger den Strom in Richtung des magnetischen Feldes, dessen Feldlinien konzentrische Kreise um den Leiter als Symmetrieachse darstellen.

- b) Was versteht man unter Hall-Effekt? Nennen Sie mindestens eine Anwendung des Hall-Effekts. Nennen Sie eine Formel für den Hall-Effekt und benennen Sie alle darin auftretenden Größen.

Lösung:

Der Hall-Effekt beschreibt das Auftreten einer elektrischen Spannung in einem stromdurchflossenen Leiter, der sich in einem stationären Magnetfeld befindet. Dabei baut sich ein elektrisches Feld auf, das die auf die Elektronen wirkende Lorentzkraft kompensiert. Dieses elektrische Feld ist dabei senkrecht sowohl zur Stromfluss- als auch zur Magnetfeldrichtung. Die aus diesem elektrischen Feld entstehende Spannung wird Hall-Spannung U_H genannt.

Die Größe der Hall-Spannung kann mit Hilfe der Gleichung

$$U_H = A_H \cdot \frac{I \cdot B}{d}$$

aus der Stromstärke I , magnetische Fluss B , der Dicke der Probe (parallel zu B und quer zur Stromrichtung) und der materialabhängigen Hall-Konstanten A_H berechnet werden. Wenn die elektrische Leitfähigkeit nur von Ladungsträgern mit einer Elementarladung bestimmt wird, kann man die Hall-Konstante als

$$A_H = \frac{1}{n \cdot e}$$

ausdrücken.

Anwendung:

- 1) Magnetfeldmessung mittels Hall-Sonde
- 2) Bestimmung von Vorzeichen und Konzentration der beweglichen Ladungsträger

Quelle: Prüfungsaufgaben zur Experimentalphysik A/B

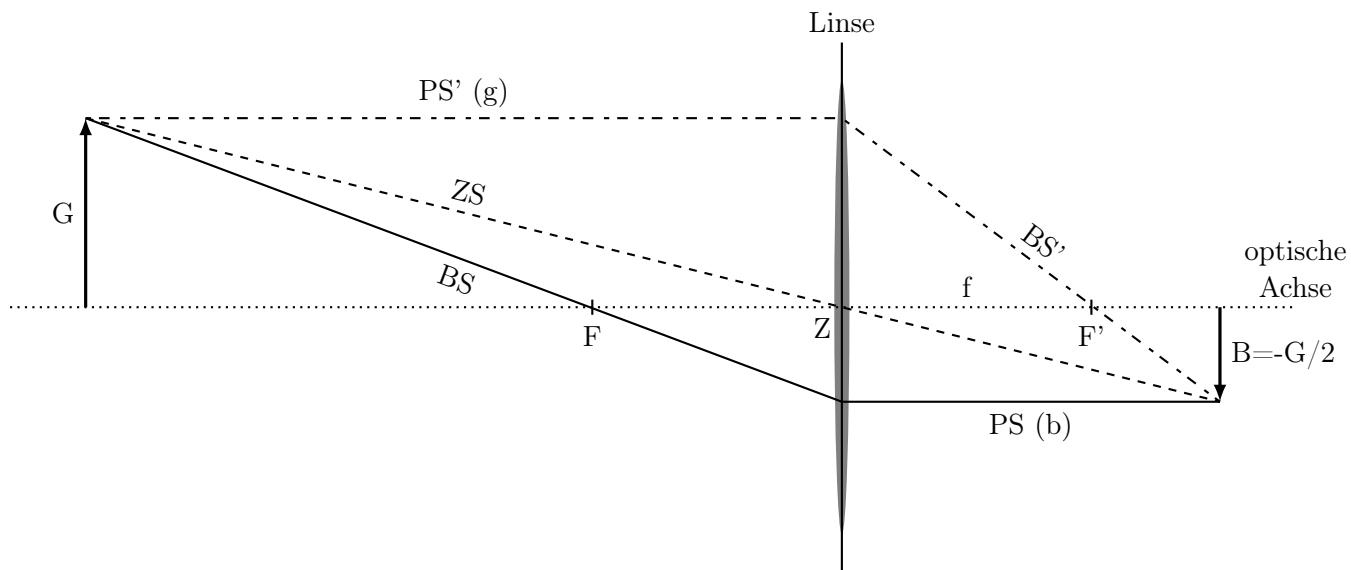
Aufgabe 9 (Sammellinse; Prüfung ExPh H2014A9)

[Ag_EXPH_H2014A9.tex](#)

Eine Sammellinse erzeugt von einem Gegenstand (Pfeil der Höhe $G = 2,5 \text{ cm}$, Gegenstandsweite $g = 10 \text{ cm}$) ein auf die Hälfte verkleinertes Bild.

- a) Konstruieren Sie die Lage des Bildes und der Brennpunkte in möglichst korrektem Maßstab, benennen Sie die einzelnen Strahlen und erklären Sie die Konstruktion.

Lösung:



- (i) Brennpunkt: Parallelstrahl (PS) bei $B=G/2$ wird zum Brennstrahl (BS) auf der Gegenstandsseite. Der Schnittpunkt zwischen BS und Achse definiert den Brennpunkt F.
- (ii) Der Zentralstrahl (ZS) durch G und den Mittelpunkt Z der Linse wird nicht abgelenkt. Der Schnittpunkt zwischen ZS und PS definiert das Bild B.
- (iii) Der Parallelstrahl durch G-PS' wird auf der Bildseite zum Brennstrahl BS'. Dieser geht ebenfalls durch B. Der Schnittpunkt von BS' mit der Achse ergibt den Brennpunkt F' auf der Bildseite.

b) Berechnen Sie die Brennweite f der Linse.

3,3 cm

Lösung:

$$\frac{1}{b} + \frac{1}{g} = \frac{1}{f} \text{ mit } V = \frac{B}{G} = -\frac{1}{2} \rightarrow b = \frac{g}{2}$$

$$\frac{2}{g} + \frac{1}{g} = \frac{3}{g} = \frac{1}{f} \rightarrow f = \frac{g}{3} = 3,3 \text{ cm}$$

Quelle: Prüfungsaufgaben zur Experimentalphysik A/B

Aufgabe 10 (Photoeffekt; Prüfung ExPh H2014A10)

[Ag_EXPH_H2014A10.tex](#)

Die maximale Wellenlänge elektromagnetischer Strahlung, die gerade noch Elektronen durch den Photoeffekt aus einer Aluminium-Oberfläche herauslösen kann ist $\lambda_g = 295 \text{ nm}$

a) Bestimmen Sie hieraus die Austrittsarbeit für Aluminium.

$6,7 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Lösung:

Austrittsarbeit ist die Photonenenergie minus die maximale kinetische Energie der herausgelösten Elektronen. Für die Grenzwellenlänge ist die kinetische Energie der herausgelösten Elektronen gerade Null. Die Austrittsarbeit entspricht der Photonenenergie.

$$W_A = E_\gamma - E_{\text{kin}, e^-}$$

$$= \frac{hc}{\lambda_g} = 6,7 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 4,2 \text{ eV}$$

- b) Wie groß ist die maximale Geschwindigkeit der aus der Aluminium-Oberfläche herausgelösten Elektronen (nicht-relativistische Rechnung), wenn die Wellenlänge der einfallenden Strahlung $\lambda_g/5$ ist?

Lösung:

Energie der Photonen: $E_\gamma = \frac{hc}{\lambda} = \frac{5hc}{\lambda_g}$

Energie der Elektronen: $E_{\text{kin}, e^-} = E_\gamma - W_A = \frac{4hc}{\lambda_g}$

$$\begin{aligned} E_{\text{kin}, e^-} &= \frac{1}{2} m_{e^-} v_{e^-}^2 = \frac{4hc}{\lambda_g} \\ \Rightarrow v_{e^-} &= \sqrt{\frac{8hc}{m_{e^-} \lambda_g}} \\ &= 2,43 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2432 \frac{\text{km}}{\text{s}} \end{aligned}$$

Quelle: Prüfungsaufgaben zur Experimentalphysik A/B