

**Examenul național de bacalaureat 2026**

**Proba E, d)**

**FIZICĂ**

Filiera teoretică – profilul real, Filiera vocațională – profilul militar

• Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice (alese de candidat) dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ. În situația în care candidatul **abordează subiecte din mai mult de două arii tematice**, vor fi luate în considerare **primele două arii tematice abordate de candidat**.

- Se acordă zece puncte din oficiu.
- Timpul de lucru efectiv este de trei ore.

**A. MECHANIK**

**Simulare**

Man nimmt die Gravitationsbeschleunigung  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

**I. Für die Aufgaben 1-5 schreibt auf das Arbeitsblatt jenen Buchstaben, dem die richtige Antwort entspricht. (15 Punkte)**

1. Eine Feder hat die Elastizitätskonstante  $k$  und die Länge im unverformten Zustand  $\ell_0$ . Die Feder wird bis auf die Länge  $\ell$  langsam komprimiert. Die für die Komprimierung der Feder verrichtete Arbeit ist:

a.  $L = \frac{k(\ell_0 - \ell)}{2}$       b.  $L = \frac{k(\ell_0 - \ell)^2}{2}$       c.  $L = \frac{k\ell^2}{2}$       d.  $L = \frac{k\ell_0^2}{2}$       (3p)

2. Ein Mobil in geradliniger Bewegung legt das erste Drittel seines Weges mit der konstanten Geschwindigkeit  $v_1 = 10 \text{ m/s}$  zurück, den Rest mit der konstanten Geschwindigkeit  $v_2 = 5 \text{ m/s}$ . Die mittlere Geschwindigkeit des Mobils ist:

a. 6 m/s      b. 7 m/s      c. 8 m/s      d. 9 m/s      (3p)

3. Die physikalische Größe, deren Maßeinheit im I.S. in der Form  $\text{J} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$  geschrieben werden kann, ist:

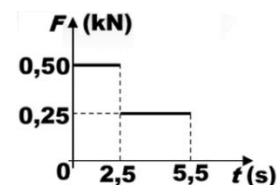
a. die Leistung      b. die Kraft      c. die Beschleunigung      d. die Geschwindigkeit      (3p)

4. Ein Körper steigt frei, reibungslos, eine geneigte Ebene hinab. Während der Körper hinabsteigt:

- a. bleibt die Geschwindigkeit des Körpers konstant und die Beschleunigung nimmt zu  
b. sowohl die Geschwindigkeit des Körpers, als auch die Beschleunigung bleiben konstant  
c. nimmt die Geschwindigkeit des Körpers zu und die Beschleunigung nimmt zu  
d. nimmt die Geschwindigkeit des Körpers zu und die Beschleunigung bleibt konstant.

(3p)

5. Im Schaubild nebenan ist die Zeitabhängigkeit der auf einen Körper mit der Masse  $m = 250 \text{ kg}$  wirkenden resultierenden Kraft, der sich zum Zeitpunkt  $t_0 = 0$  im Ruhezustand befindet, dargestellt. Die kinetische Energie des Körpers zum Zeitpunkt  $t = 5,5 \text{ s}$  ist:

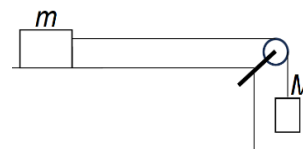


a. 2 kJ      b. 4 kJ      c. 5 kJ      d. 8 kJ      (3p)

**II. Löst folgende Aufgabe:**

**(15 Punkte)**

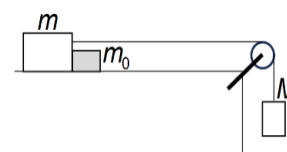
Ein Körper mit der Masse  $m = 800 \text{ g}$  ist an einem anderen Körper mit der Masse  $M = 450 \text{ g}$  gebunden, mittels eines undeformbaren Fadens vernachlässigbarer Masse, der über eine reibungsfreie und trägheitslose Rolle, wie in der Abbildung von nebenan, läuft. Der Gleitreibungskoeffizient zwischen dem Körper mit der Masse  $m$  und der horizontalen Fläche ist  $\mu = 0,25$ . Das System wird aus dem Ruhezustand freigelassen.



a. Berechnet den Wert der Geschwindigkeit des Körpers mit der Masse  $M$  nach  $\Delta t = 1 \text{ s}$  seit dem Startmoment. Im analysierten Zeitintervall trifft keiner der Körper auf Hindernisse.

b. Berechnet den Betrag der Reaktionskraft in der Rollenachse.

c. Vor dem Körper mit der Masse  $m$  setzt man einen kleinen Körper mit der Masse  $m_0$ , wie in der Abbildung nebenan. Der Gleitreibungskoeffizient zwischen der horizontalen Fläche und dem Körper mit der Masse  $m_0$  ist  $\mu = 0,25$ . Nachdem das System in Bewegung versetzt wird, wird es freigelassen und verlagert sich gleichförmig. Stellt die auf den Körper mit der Masse  $m_0$  ausgeübten Kräfte dar.

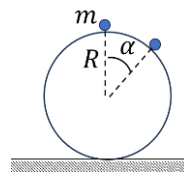


d. Berechnet den Wert der Masse  $m_0$ .

**III. Löst folgende Aufgabe:**

**(15 Punkte)**

Ein Körper mit der Masse  $m = 200 \text{ g}$ , als punktförmig angenommen, ist anfangs in dem höchsten Punkt einer festliegenden Kugel mit dem Radius  $R = 30 \text{ cm}$  gestellt, wie in der Abbildung nebenan. Der Körper startet aus dem Ruhezustand, gleitet reibungslos auf das Kugeläußere und löst sich von dieser beim Durchlaufen des Punktes, in dem der Winkel zwischen dem Kugelradius und der Vertikalen  $\alpha \cong 48^\circ$  ist ( $\cos \alpha = 2/3$ ). Die potentielle



Gravitationsenergie wird in Bodenhöhe gleich null angenommen. Berechnet:

- a. die potentielle Gravitationsenergie des Körpers, am Anfang;
- b. die von dem Körpergewicht, zwischen Anfangsmoment und dem Moment der Lösung von der Kugel, verrichtete mechanische Arbeit;
- c. das Verhältnis zwischen der kinetischen und der potentiellen Energie des Körpers im Moment der Lösung;
- d. den Betrag des Körperimpulses im Moment kurz vor dem Bodenaufprall.

**Examenul național de bacalaureat 2026**

**Proba E, d)**

**FIZICĂ**

Filiera teoretică – profilul real, Filiera vocațională – profilul militar

• Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice (alese de candidat) dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ. În situația în care candidatul **abordează subiecte din mai mult de două arii tematice**, vor fi luate în considerare **primele două arii tematice abordate de candidat**.

• Se acordă zece puncte din oficiu.

• Timpul de lucru efectiv este de trei ore.

**B. ELEMENTE DER THERMODYNAMIK**

**Simulare**

Man nimmt die Avogadro'sche Zahl  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , die Gaskonstante  $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ . Zwischen den Zustandsparametern des idealen Gases in einem gegebenen Zustand besteht die Beziehung:  $p \cdot V = \nu RT$ .

**I. Für die Aufgaben 1-5 schreibt auf das Arbeitsblatt jenen Buchstaben, dem die richtige Antwort entspricht. (15 Punkte)**

1. In einer Ausdehnung einer gegebenen Menge ideales Gas, in der sich der Druck und das Volumen direkt proportional verändern, ist:

- a. die vom Gas verrichtete Arbeit größer als die aufgenommene Wärme
- b. die vom Gas verrichtete Arbeit gleich der aufgenommenen Wärme
- c. die Änderung der inneren Energie des Gases größer als die aufgenommene Wärme
- d. die Änderung der inneren Energie des Gases positiv.

**(3p)**

2. Ein Gas hat die Dichte  $\rho$  und das molare Volumen  $V_\mu$ . Die Masse eines Gasmoleküls kann durch die Beziehung ausgedrückt werden:

a.  $m_0 = \frac{\rho \cdot V_\mu}{N_A}$

b.  $m_0 = \frac{\rho \cdot N_A}{V_\mu}$

c.  $m_0 = \frac{\rho}{N_A \cdot V_\mu}$

d.  $m_0 = \frac{V_\mu \cdot N_A}{\rho}$

**(3p)**

3. Die Maßeinheit im I.S. des Verhältnisses zwischen der spezifischen Wärme und der Molarwärme ist:

a.  $\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$

b.  $\text{kg} \cdot \text{mol}$

c.  $\text{kg}^{-1} \cdot \text{mol}$

d.  $\text{kg}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

**(3p)**

4. In einem Behälter vermengt man gleiche Massen von Helium ( $\mu_{\text{He}} = 4 \text{ g/mol}$ ) und Stickstoff ( $\mu_{\text{N}_2} = 28 \text{ g/mol}$ ). Die Molarmasse des Gemenges ist:

a.  $18 \text{ g/mol}$

b.  $7 \text{ g/mol}$

c.  $6 \text{ g/mol}$

d.  $3,5 \text{ g/mol}$

**(3p)**

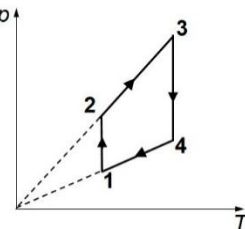
5. Eine konstante Menge ideales Gas beschreibt den thermodynamischen Kreisprozess  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ , dargestellt in Koordinaten  $p-T$  im Schaubild nebenan. Das Gas verrichtet auf die Umwelt mechanische Arbeit in der Zustandsänderung:

a.  $1 \rightarrow 2$

b.  $2 \rightarrow 3$

c.  $3 \rightarrow 4$

d.  $4 \rightarrow 1$

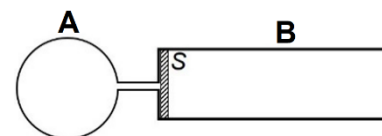


**(3p)**

**II. Löst folgende Aufgabe:**

**(15 Punkte)**

Ein starrer Ballon (A) ist durch ein Rohr vernachlässigbaren Volumens mit einem Zylinder (B) verbunden, der mittels eines Kolbens dicht verschlossen ist. Der Kolben hat den Flächeninhalt  $S = 30 \text{ cm}^2$  und ist anfangs am Ende des Zylinders gesperrt, wie in der Abbildung nebenan. Der Ballon A hat das Volumen  $V_1 = 3 \text{ L}$  und enthält ideales Gas bei dem Druck  $p_1 = 1,4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  und der Temperatur  $T_1 = 280 \text{ K}$ . Der Luftdruck ist  $p_0 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .



a. Berechnet die Gasmenge aus dem Ballon A.

b. Bei gesperrtem Kolben, berechnet die Temperatur  $T_2$  bis zu der das Gas gekühlt werden muss, damit sein Druck dem Luftdruck gleich werden soll.

c. Nach der Abkühlung entsperrt man den Kolben und erwärmt das Gas um  $\Delta T = 120 \text{ K}$ , bis zu der Temperatur  $T_3$ . Der Kolben verlagert sich reibungslos und bleibt im Innen des Zylinders. Berechnet die Distanz, mit der sich der Kolben verlagert hat.

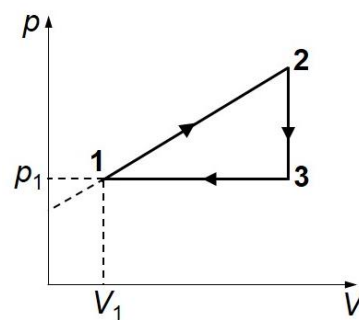
d. Die Temperatur wird auf den Wert  $T_3$  behalten und der Kolben in die Anfangsposition zurückgebracht. Berechnet den Gasdruck im Endzustand.

### III. Löst folgende Aufgabe:

Eine Menge mehratomiges ideales Gas ( $C_V = 3R$ ) durchläuft den in Koordinaten  $p-V$  im Schaubild nebenan dargestellten Kreisprozess. Die Gasparameter im Anfangszustand sind  $p_1 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  und  $V_1 = 2,0 \text{ L}$ . In der Zustandsänderung  $1 \rightarrow 2$  verdoppelt sich der Gasdruck und sein Volumen steigt 5 mal. Berechnet:

- die vom Gas verrichtete Arbeit in der Zustandsänderung  $1 \rightarrow 2$ ;
- die vom Gas der Umwelt abgegebene Wärme im Laufe eines Zyklus;
- den Wirkungsgrad der Wärmekraftmaschine, die nach dem Kreisprozess, der im Schaubild aus der nebenstehenden Abbildung dargestellt ist, arbeitet;
- den Wirkungsgrad einer Wärmekraftmaschine, die nach einem Carnot'schen Kreisprozess zwischen den vom Gas im Zyklus von nebenan erreichten Extremtemperaturen arbeiten würde.

(15 Punkte)



**Examenul național de bacalaureat 2026**

**Proba E, d)**

**FIZICĂ**

Filiera teoretică – profilul real, Filiera vocațională – profilul militar

• Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice (alese de candidat) dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ. În situația în care candidatul **abordează subiecte din mai mult de două arii tematice**, vor fi luate în considerare **primele două arii tematice abordate de candidat**.

• Se acordă zece puncte din oficiu.

• Timpul de lucru efectiv este de trei ore.

**C. DIE ERZEUGUNG UND DIE VERWENDUNG DES GLEICHSTROMES**

**Simulare**

**I. Für die Aufgaben 1-5 schreibt auf das Arbeitsblatt jenen Buchstaben, dem die richtige Antwort entspricht. (15 Punkte)**

1. Zwei identische Quellen mit der elektromotorischen Spannung  $E$  und dem inneren Widerstand  $r$  sind parallel geschaltet. An den Klemmen der so gebildeten Batterie schaltet man einen Widerstand mit dem Wert  $R$ . Der Ausdruck der elektrischen Stromstärke durch den Widerstand ist:

a.  $I = \frac{E}{r + R}$       b.  $I = \frac{E}{2r + R}$       c.  $I = \frac{2E}{r + 2R}$       d.  $I = \frac{2E}{2r + R}$       **(3p)**

2. Eine Quelle entwickelt auf einen Widerstand eine Leistung, welche ein Bruchteil  $f = 0,75$  der maximalen Leistung, die von dieser Quelle auf einen äußeren Kreis entwickelt werden kann, darstellt. Wenn bekannt ist, dass der Wert  $R$  des Widerstands größer als der innere Widerstand der Quelle  $r$  ist, ist der Wert des Verhältnisses  $R / r$ :

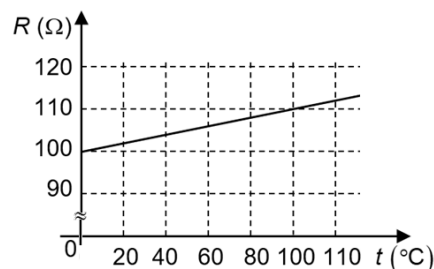
a. 1,5      b. 2      c. 2,5      d. 3      **(3p)**

3. Die Maßeinheit der durch das Verhältnis zwischen *spezifischer Widerstand* und *Flächeninhalt* ausgedrückten physikalischen Größe ist:

a.  $\Omega \cdot \text{m}^{-1}$       b.  $\text{V} \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{m}$       c.  $\text{V}^{-1} \cdot \text{A} \cdot \text{m}$       d.  $\text{V}^{-1} \cdot \text{A} \cdot \text{m}^{-1}$       **(3p)**

4. Im Schaubild aus der Abbildung nebenan ist die Temperaturabhängigkeit eines Widerstands dargestellt. Der Temperaturkoeffizient des spezifischen Materialwiderstands ist:

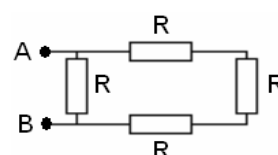
a.  $1 \cdot 10^{-4} \text{K}^{-1}$   
b.  $1 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$   
c.  $5 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$   
d.  $1 \cdot 10^{-2} \text{K}^{-1}$



**(3p)**

5. Vier identische Widerstände, mit dem Wert  $R$ , sind wie in dem Schaltplan aus der nebenstehenden Figur geschaltet. Der Ersatzwiderstand der Schaltung zwischen den Klemmen A und B ist:

a.  $4R$   
b.  $1,5R$   
c.  $1,25R$   
d.  $0,75R$



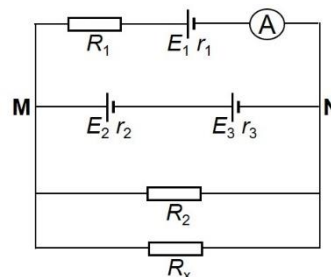
**(3p)**

**II. Löst folgende Aufgabe:**

**(15 Punkte)**

In dem in der Figur nebenan dargestellten Schaltkreis sind die elektrischen Widerstände  $R_1 = 9,0 \Omega$  und  $R_2 = 2,5 \Omega$ , die elektromotorischen Spannungen  $E_2 = 4,0 \text{V}$  und  $E_3 = 6,0 \text{V}$  und die inneren Widerstände der Generatoren  $r_1 = 1,0 \Omega$  und  $r_2 = r_3 = 0,5 \Omega$  bekannt. Das im Kreis eingebaute ideale Amperemeter ( $R_A \approx 0 \Omega$ ) zeigt die Stromstärke  $I_A = 2,0 \text{A}$  an, ein ideales, zwischen den Knoten M und N ( $R_V \rightarrow \infty$ ) geschaltetes Voltmeter zeigt die elektrische Spannung  $U_{MN} = 5,0 \text{V}$  an. Berechnet:

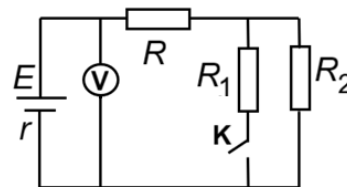
- die elektromotorische Spannung  $E_1$  des ersten Generators;
- die elektrische Stromstärke durch den Generator mit der elektromotorischen Spannung  $E_2$ ;
- den elektrischen Widerstand  $R_x$ ;
- die von einem, zwischen den Knoten M und N geschalteten, idealen Amperemeter angezeigte Stromstärke.



**III. Löst folgende Aufgabe:**

**(15 Punkte)**

In der nebenstehenden Figur ist der Schaltplan eines Stromkreises dargestellt. Bekannt sind  $R_1 = R_2 = 10\ \Omega$  und  $R = 15\ \Omega$ . Anfangs ist Schalter **K** *offen*. Unter diesen Bedingungen ist die von dem Widerstand  $R_2$  entwickelte Leistung  $P_2 = 2,5\ \text{W}$  und der Wirkungsgrad der Energieübertragung von der Quelle zu dem äußeren Kreis  $\eta \cong 0,83 (= 5/6)$ . Man nimmt das Voltmeter als ideal an ( $R_V \rightarrow \infty$ ). Berechne:



- den Wert der Stromstärke durch die Quelle, wenn Schalter **K** *offen* ist;
- den Wert der elektromotorischen Spannung der Quelle;
- den Wert des inneren Widerstands der Quelle;
- den Ausschlag des Voltmeters beim Schließen des Schalters.

**Examenul național de bacalaureat 2026**

**Proba E, d)**

**FIZICĂ**

Filiera teoretică – profilul real, Filiera vocațională – profilul militar

• Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice (alese de candidat) dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ. În situația în care candidatul **abordează subiecte din mai mult de două arii tematice**, vor fi luate în considerare **primele două arii tematice abordate de candidat**.

• Se acordă zece puncte din oficiu.

• Timpul de lucru efectiv este de trei ore.

**D. OPTICĂ**

**Simulare**

Man nimmt: die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ , die Plancksche Konstante  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ .

**I. Für die Aufgaben 1-5 schreibt auf das Arbeitsblatt jenen Buchstaben, dem die richtige Antwort entspricht. (15 Punkte)**

1. Ein lineares Objekt ist senkrecht auf die optische Hauptachse einer dünnen Sammellinse gestellt. Das Bild des Objekts wird auf einen im Abstand  $d = 2 \text{ m}$  zu dem Objekt stehenden Schirm projiziert. Festgestellt wird, dass die Bildhöhe der Objekthöhe gleich ist. Die Brennweite der Linse ist:

- a. 20 cm      b. 30 cm      c. 40 cm      d. 50 cm      **(3p)**

2. Auf eine Fotозelle fällt eine einfarbige elektromagnetische Strahlung mit der Frequenz gleich dem Doppelten der Schwellenfrequenz ein. Die Austrittsarbeit des Fotokathodenmaterials beträgt 3,2 eV. Die maximale kinetische Energie der herausgelösten Fotoelektronen hat den Wert:

- a. 1,6 eV      b. 3,2 eV      c. 4,8 eV      d. 6,4 eV      **(3p)**

3. Die Maßeinheit der durch das Produkt der *elektrischen Ladung* und der *Sperrspannung* ausgedrückten physikalischen Größe kann in der Form geschrieben werden:

- a.  $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$       b.  $\text{kg} \cdot \text{A} \cdot \text{s}^{-2}$       c.  $\text{K} \cdot \text{A} \cdot \text{s}^{-2}$       d.  $\text{K} \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{s}^2$       **(3p)**

4. Zwei dünne Linsen mit den Brennweiten  $f_1 = 40 \text{ cm}$ , beziehungsweise  $f_2 = -20 \text{ cm}$  bestimmen ein afokales System. Wenn das Licht in das System durch die Sammellinse eintritt, ist der Abbildungsmaßstab:

- a.  $\beta = -2$       b.  $\beta = -0,5$       c.  $\beta = 0,5$       d.  $\beta = 2$       **(3p)**

5. Um ein Interferenzminimum zu erhalten, muss die optische Wegdifferenz zwischen den beiden interferierenden Lichtwellen die Bedingung erfüllen:

- a.  $\delta = 2k\lambda$ ,  $k \in \mathbb{Z}$       b.  $\delta = 2k\frac{\lambda}{2}$ ,  $k \in \mathbb{Z}$       c.  $\delta = (2k+1)\lambda$ ,  $k \in \mathbb{Z}$       d.  $\delta = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ ,  $k \in \mathbb{Z}$       **(3p)**

**II. Löst folgende Aufgabe:**

**(15 Punkte)**

Ein lineares Objekt ist senkrecht auf die optische Hauptachse einer dünnen Sammellinse  $L_1$  mit der Brennweite  $f_1 = 25 \text{ cm}$  gestellt. Das Objekt hat die Höhe  $y_1 = 8 \text{ mm}$  und steht in  $75 \text{ cm}$  Abstand zu der Linse.

a. Berechnet die Höhe des an der Linse  $L_1$  erzeugten Bildes.

b. Unter den beschriebenen Umständen, erstellt eine Zeichnung, in der ihr die Bildkonstruktion an der Linse  $L_1$  veranschaulichen sollt.

c. Eine zweite dünne Linse  $L_2$ , mit der Brennweite  $f_2 = -50 \text{ cm}$  wird in einen Abstand  $D = 30 \text{ cm}$  zu der Linse  $L_1$  gesetzt, mit dieser ein zentriertes optisches System bildend. Die Lage des Objekts bezüglich der Linse  $L_1$  bleibt ungeändert. Das von dem Objekt abstammende Licht durchquert zuerst die Linse  $L_1$ . Berechnet die Distanz, bezüglich der Linse  $L_2$ , in der das Endbild des Objekts entsteht.

d. Bei Festhaltung des Objekts und der Linse  $L_1$ , verlagert man die Linse  $L_2$  bis die zwei Linsen ein verkittetes System bilden. Bestimmt die Distanz, in der das Bild in Bezug auf das System verkitteter Linsen entsteht.

**III. Löst folgende Aufgabe:**

**(15 Punkte)**

Eine in der Luft liegende Youngsche Vorrichtung hat den Spaltenabstand  $2\ell = 0,4 \text{ mm}$  und die Distanz von den Spalten zum Schirm  $D = 2 \text{ m}$ . Eine punktförmige Quelle einfarbiger Strahlung ist auf die Symmetrieachse der Vorrichtung gesetzt. Das Maximum 2-ter Ordnung entsteht auf dem Schirm im Abstand  $x_2 = 6 \text{ mm}$  bezüglich der Vorrichtungssymmetrieachse. Bestimmt:

a. die Wellenlänge der einfallenden Strahlung;

b. die Distanz zwischen dem zweiten Minimum auf der einen Seite der Vorrichtungssymmetrieachse und dem zweiten Minimum auf der anderen Seite der Symmetrieachse;

c. die Verschiebung des zentralen Maximums, wenn sich die Quelle, die sich im Abstand  $d = 20 \text{ cm}$  von der Spaltenebene befindet, um  $h = 2 \text{ mm}$  parallel zu der Spaltenebene und senkrecht auf die Spalten, verlagert;

d. die Distanz mit der sich das zentrale Maximum des Interferenzbildes zusätzlich verschiebt, wenn im Wege eines der Lichtbündel eine dünne Lamelle mit der Dicke  $e = 4 \mu\text{m}$  und der Brechzahl  $n = 1,5$  eingefügt wird.