

ABITURPRÜFUNG 2007

LEISTUNGSFACH

PHYSIK

(HAUPTTERMIN)

Arbeitszeit: 270 Minuten

Hilfsmittel: Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung
Taschenrechner (nicht programmierbar, nicht grafikfähig)
(Schüler, die einen CAS-Taschencomputer im Unterricht benutzen, dürfen diesen verwenden.)
Tafelwerk

Wählen Sie

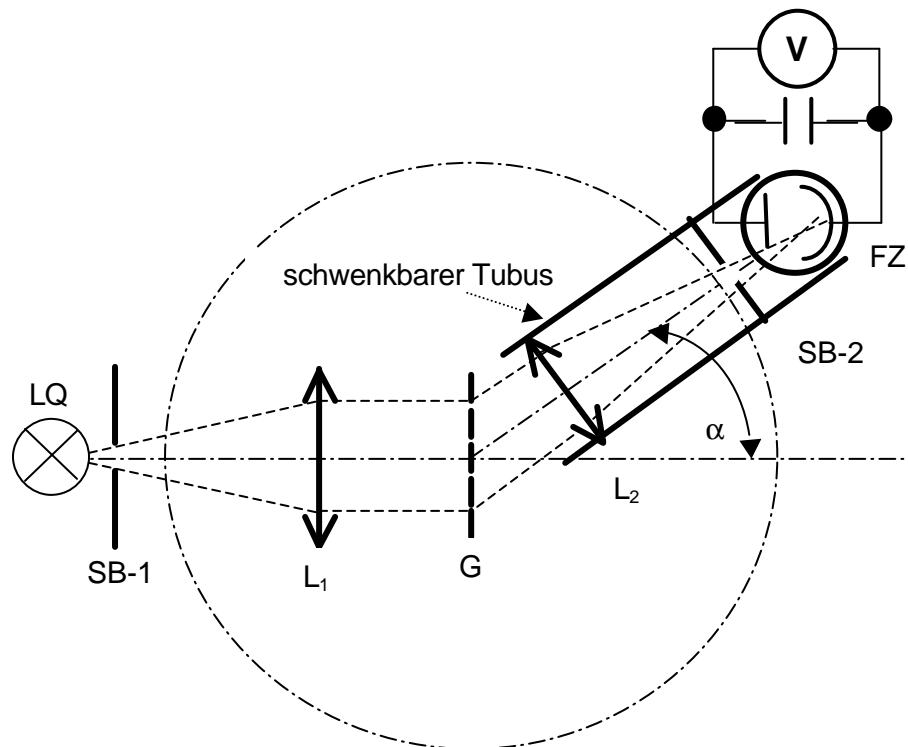
von den Aufgaben A1 und A2 **eine** Aufgabe und
von den Aufgaben B1 und B2 **eine** Aufgabe und
von den Experimenten E1 und E2 **ein** Experiment
zur Bearbeitung aus.

Rechts neben jeder Teilaufgabe steht die für diese Teilaufgabe maximal erreichbare Anzahl von Bewertungseinheiten (BE).

ÖFFNUNG AM 09. MAI 2007

Aufgabe A1

- 1 Das Spektrum einer Natriumdampfampe soll mit der nachstehend abgebildeten Anordnung untersucht werden. Sie enthält neben der Lichtquelle (LQ) zwei schmale Spaltblenden (SB-1 und SB-2), zwei Sammellinsen (L_1 und L_2), ein optisches Gitter (G) mit 500 Linien je Millimeter sowie eine Vakuumfotозelle (FZ). Die Fotokathode besteht aus Kalium mit der Austrittsarbeit $W_A = 2,25 \text{ eV}$.
- Die Linse L_2 , die Blende SB-2 sowie die Fotozelle FZ sind in einem schwenkbaren Tubus befestigt.
- Parallel zur Fotozelle ist ein Kondensator mit der Kapazität $C = 10 \text{ pF}$ angeschlossen. Die Spannung zwischen seinen Platten wird mit einem Voltmeter gemessen, dessen Innenwiderstand so groß ist, dass die Entladung des Kondensators über das Messwerk vernachlässigt werden kann.



Im Ergebnis der Untersuchungen wurden folgende Spektrallinien ermittelt:

λ in nm	330,2	342,7	497,9	498,3	515,4	568,3
-----------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fortsetzung der Messwerttabelle

568,8	589,0	589,6	615,0	618,3
-------	-------	-------	-------	-------

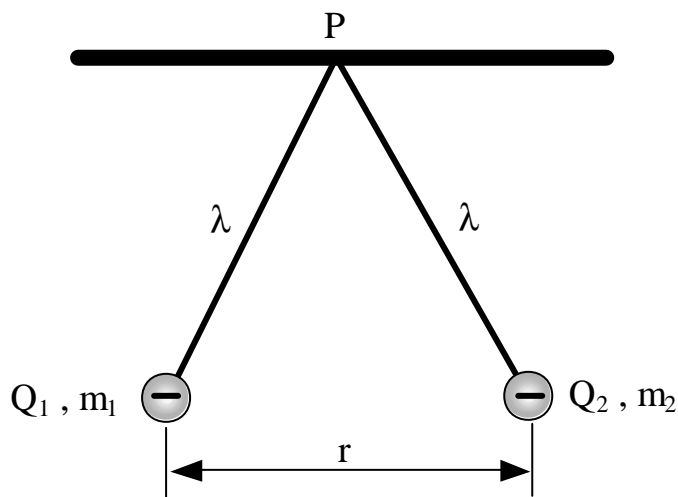
- 1.1 Erklären Sie die spektrale Zerlegung des Lichtes der Natriumdampf Lampe in dieser Apparatur!
4 BE
- 1.2 Erklären Sie die Notwendigkeit der Spaltblende SB-1 in der Versuchsanordnung!
2 BE
- 1.3 Berechnen Sie die Intervallgrenzen des Winkelbereiches $\alpha_{\min} \leq \alpha \leq \alpha_{\max}$, in dem die sichtbaren Linien des Natriumspektrums 1. Ordnung liegen!
5 BE
- 1.4 Durch Schwenken des Tubus kann erreicht werden, dass die sichtbaren Spektrallinien einzeln auf der Fotokathode der Fotozelle abgebildet werden.
Ermitteln Sie die Linien im sichtbaren Bereich des Spektrums der ersten Ordnung, die den Fotoeffekt an der Kathode auslösen!
4 BE
- 1.5 Bei Bestrahlung der Fotokathode mit geeignetem monochromatischem Licht aus dem Spektrum lädt sich der angeschlossene Kondensator bis zum Erreichen einer charakteristischen Spannung U_C auf.
Erklären Sie diese Erscheinung und berechnen Sie die Spannung U_C , wenn der Tubus um den Winkel $\alpha = 14,93^\circ$ geschwenkt ist!
5 BE

2 Physikalische Felder sind reale Objekte, deren Existenz durch die Wechselwirkung mit anderen materiellen Objekten nachgewiesen werden kann.

2.1 Geben Sie an, was man in der Physik unter einem elektrischen Feld versteht!

3 BE

2.2 Gegeben ist die im nachstehenden Bild dargestellte Anordnung. Sie enthält zwei sehr kleine Kugeln mit den Massen $m_1 = m_2 = 2,5 \text{ g}$ und den gleichnamigen Ladungen $Q_1 = Q_2 = -44,77 \text{ nC}$. Die Kugeln sind an Fäden der Länge $\lambda = 15 \text{ cm}$ befestigt. Der Abstand der Kugelmittelpunkte beträgt $r = 6 \text{ cm}$.



Hinweise: Der Einfluss der Fäden und der Aufhängung auf das elektrische Feld sowie die Masse der Fäden sind zu vernachlässigen.

2.2.1 Skizzieren Sie das Feldlinienbild des elektrischen Feldes, welches in der Umgebung der beiden Kugeln besteht! Geben Sie wesentliche Eigenschaften dieses Feldes an!

4 BE

2.2.2 Berechnen Sie den Betrag der elektrischen Feldstärke im Punkt P und geben Sie die Richtung des Feldstärkevektors \vec{E}_P an!

4 BE

2.2.3 Berechnen Sie mit Hilfe der gegebenen Größen die elektrische Feldkonstante ϵ_0 !

4 BE

Aufgabe A2

1 Nachdem sich im 17. Jahrhundert die Franzosen G. AMONTONS und E. MARIOTTE sowie der Engländer R. BOYLE um die phänomenologische Betrachtung der Zustandsänderungen idealer Gase verdient gemacht hatten, war im 18. Jahrhundert der schweizer Mathematiker und Naturforscher D. BERNOULLI der erste, der den Gasdruck und die Bewegung der Moleküle in Zusammenhang brachte.

1.1 Der Gasdruck kann als physikalische Größe sowohl phänomenologisch als auch kinetisch – statistisch betrachtet werden.

1.1.1 Nennen Sie die physikalischen Größen, von denen unter phänomenologischen Gesichtspunkten der Betrag des Gasdrucks abhängt und geben Sie eine Gleichung dafür an!

2 BE

1.1.2 Beschreiben Sie qualitativ den Zusammenhang zwischen dem Druck, den ein Gas auf eine Gefäßwand ausübt und der Molekülbewegung! Nennen Sie die physikalischen Größen, die im Rahmen dieser Betrachtung den Gasdruck bestimmen!

3 BE

1.2 Die mittlere quadratische Geschwindigkeit der Teilchen idealer Gase lässt sich mit der Gleichung

$$\sqrt{v^2} = \sqrt{\frac{3 \cdot N_A \cdot k \cdot T}{M}}$$

berechnen.

1.2.1 Leiten Sie diese Gleichung her!

3 BE

1.2.2 Ermitteln Sie, um welches Gas es sich handeln könnte, wenn bei der Temperatur $\vartheta = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ die mittlere quadratische Geschwindigkeit der Gasmoleküle $\sqrt{v^2} = 517 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ beträgt!

3 BE

1.2.3 Skizzieren Sie die MAXWELLSche Geschwindigkeitsverteilung für eine bestimmte Gasmenge bei zwei verschiedenen Temperaturen T_1 und T_2 mit $T_1 < T_2$! Kennzeichnen Sie für eine der Temperaturen die wahrscheinlichste Geschwindigkeit \hat{v} und die mittlere Geschwindigkeit \bar{v} !

4 BE

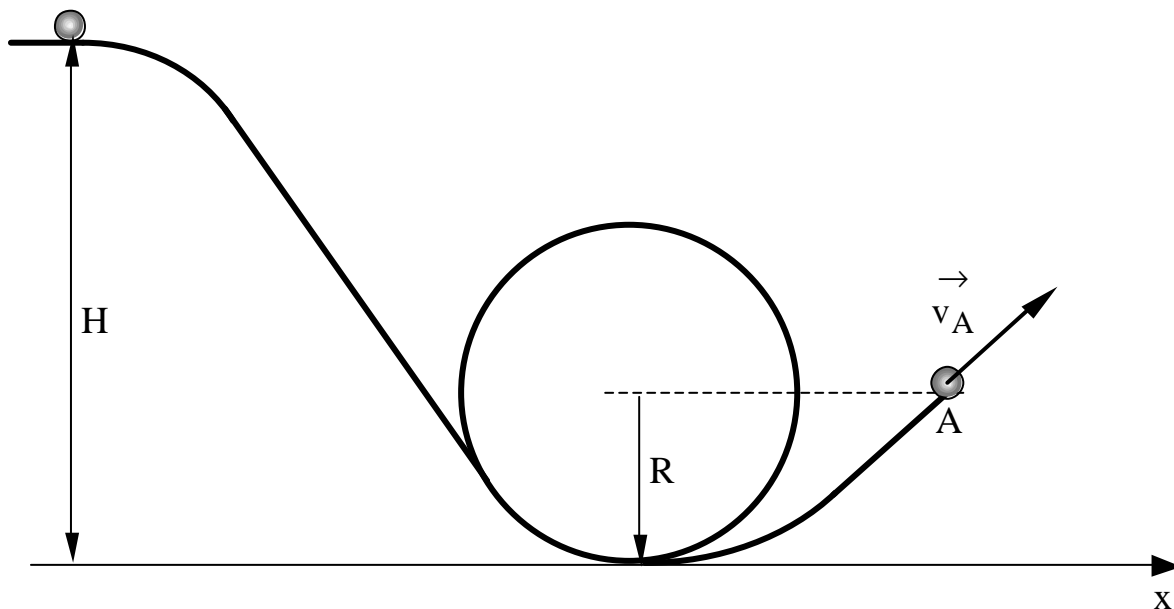
- 1.3 Eine Gasflasche enthält Stickstoff bei der Temperatur $J = 0^\circ\text{C}$. Ermitteln Sie den Betrag des Impulses p sowie die Energie E , die ein Stickstoffmolekül auf die Gefäßwand überträgt, wenn es mit der mittleren Geschwindigkeit \bar{v} senkrecht und ideal elastisch auf die Gefäßwand prallt!

Hinweis: Für die mittlere Geschwindigkeit der Teilchen gilt

$$\bar{v} = 0,92 \cdot \sqrt{v^2} .$$

5 BE

- 2 Eine Aluminiumkugel mit dem Radius r rollt auf einer Führungsschiene und soll dabei einen vollständigen Looping durchlaufen. Anschließend verlässt sie die Schiene im Punkt A.



Der Loopingradius R ist sehr groß gegenüber dem Kugelradius r . Die Kugel startet aus der Höhe $H = 3R$. Umwandlungen mechanischer Energie in thermische Energie bleiben unberücksichtigt.

- 2.1 Geben Sie die physikalische Bedeutung des Trägheitsmomentes an!

2 BE

2.2 Weisen Sie nach, dass die Kugel einen vollständigen Looping durchlaufen kann!

5 BE

2.3 Die Geschwindigkeit der Kugel im Punkt A kann nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$v_A = \sqrt{\frac{20}{7} \cdot g \cdot R}$$

Leiten Sie diese Gleichung her!

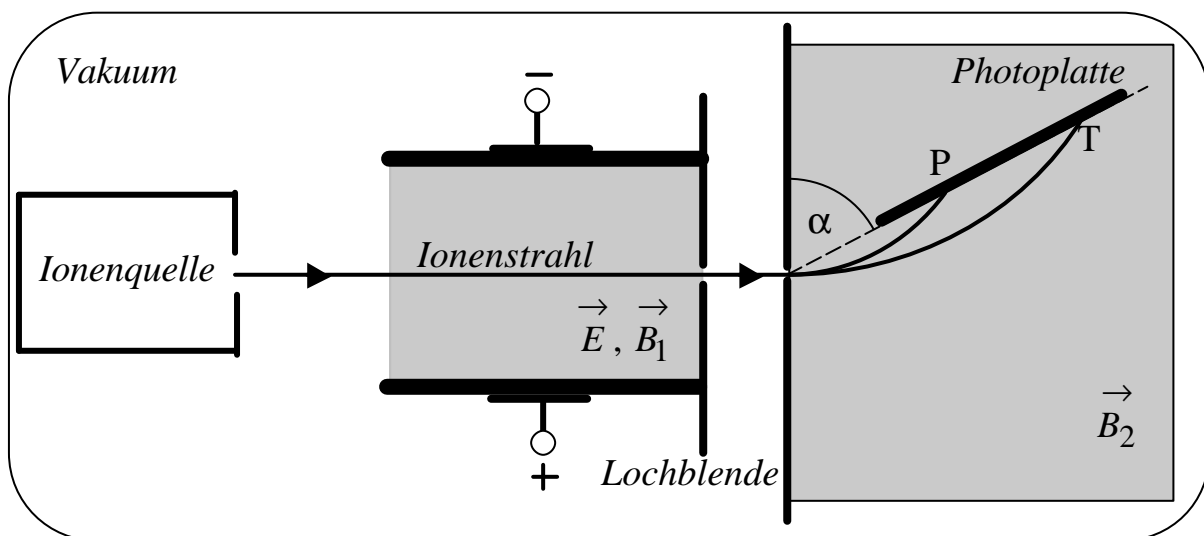
4 BE

2.4 Berechnen Sie den Eigendrehimpuls L der Aluminiumkugel unmittelbar nach dem Verlassen der Führungsschiene, wenn der Loopingradius $R = 1,0$ m und der Kugelradius $r = 1,0$ cm betragen!

4 BE

Aufgabe B1

Die Massenspektrometrie ist ein vielfältig verwendbares elektrodynamisches Analyseverfahren. In der analytischen Chemie dient sie beispielsweise zur Aufklärung der Struktur und Zusammensetzung von Molekülen und Stoffgemischen. Der qualitative und quantitative Nachweis sehr kleiner Substanzmengen bis ca. 10^{-15} g ist prinzipiell möglich. In der Physik werden Massenspektrometer verwendet, um die Isotopenzusammensetzung chemischer Elemente zu messen.



- 1 Erklären Sie die Wirkungsweise des abgebildeten Massenspektrographen! Geben Sie dabei auch die Richtung der Feldlinien aller angegebenen Felder an. Gravitationseffekte bleiben unberücksichtigt.

5 BE

- 2 In einem Experiment besteht der Ionenstrahl aus $^{35}_{17}\text{Cl}^+$ -Ionen der Teilchenmasse $m_1 = 35 \cdot u$ und aus $^{37}_{17}\text{Cl}^+$ -Ionen der Teilchenmasse $m_2 = 37 \cdot u$.

Berechnen Sie den Abstand der Auftreffpunkte \overline{PT} ! Geben Sie an, welche Ionensorte im Punkt P auftrifft und begründen Sie!

Für die Anordnung gilt:

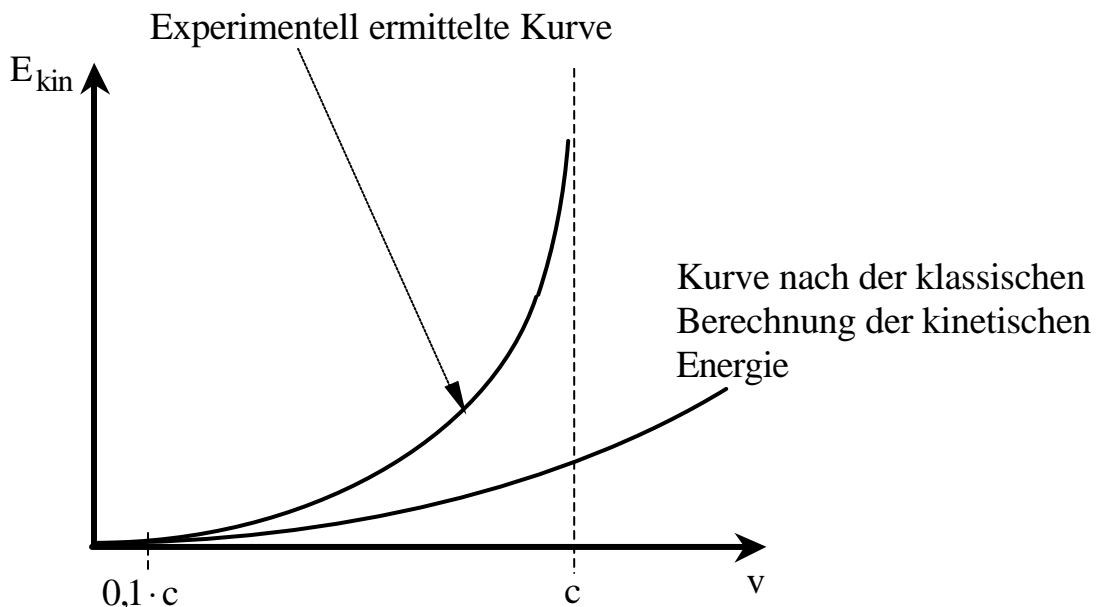
$$E = 2,28 \cdot 10^5 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1} \quad ; \quad B_1 = 400 \text{ mT} \quad ; \quad B_2 = 500 \text{ mT} \quad ; \\ \alpha = 60^\circ$$

5 BE

Aufgabe B2

Am Ende des 19. Jahrhunderts waren die Grundlagen der klassischen Physik weitgehend systematisch erforscht. Gleichzeitig gab es eine Reihe theoretischer Überlegungen sowie experimenteller Befunde, die mit diesen allgemein anerkannten Grundlagen nicht vereinbar waren. Der entscheidende Durchbruch gelang in dieser Hinsicht A. EINSTEIN im Jahr 1905. Mit seiner Veröffentlichung „Zur Elektrodynamik bewegter Körper“ begründete er eine neue physikalische Theorie, die spezielle Relativitätstheorie.

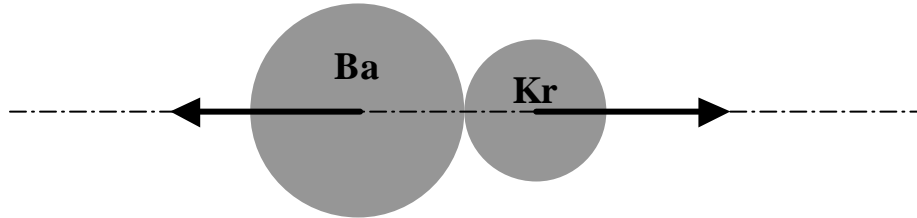
- 1 Einer der experimentellen Befunde, die im Widerspruch zu den Gesetzen der klassischen Physik standen, ist im nachstehenden Diagramm qualitativ dargestellt. Interpretieren Sie die graphische Darstellung! Gehen Sie dabei insbesondere auf den Unterschied zwischen der experimentell ermittelten und der damals theoretisch erwarteten Abhängigkeit der kinetischen Energie von der Geschwindigkeit ein!



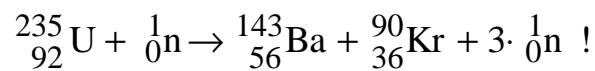
4 BE

- 2 Die Freisetzung von Energie bei der Spaltung schwerer Atomkerne kann durch unterschiedliche physikalische Modelle erklärt werden. Eine Modellvorstellung beruht auf Erkenntnissen der speziellen Relativitätstheorie. Ein anderes physikalisches Modell basiert auf Gesetzen der klassischen Elektrodynamik. Ursache der Energiefreisetzung ist

im Rahmen dieser Vorstellung die elektrostatische Wechselwirkung zwischen Punktladungen. Die Bruchstücke, die im Ergebnis der Spaltung vorliegen, sind als solche Punktladungen aufzufassen.



Berechnen Sie nach beiden Modellvorstellungen die frei werdende Energie für die Spaltungsreaktion



Vergleichen und diskutieren Sie die Ergebnisse!

Für die Massen der Nuklide und die Neutronen gilt:

$$m_{\text{U}} = 234,9935 \cdot u$$

$$m_{\text{Ba}} = 142,8778 \cdot u$$

$$m_{\text{Kr}} = 89,8846 \cdot u$$

$$m_{\text{n}} = 1,0087 \cdot u$$

Für die Kernradien gilt:

$$r_{\text{Ba}} = 7,321 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

$$r_{\text{Kr}} = 6,247 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

6 BE

Experiment E1

Ermitteln Sie experimentell die Phasenverschiebung der Spannung gegenüber der Stromstärke in einer Spule für zwei verschiedene Induktivitäten! Dabei sollen die kleinstmögliche und die maximal mögliche Induktivität mit den zur Verfügung stehenden Geräten und Hilfsmitteln realisiert werden.

Folgende Geräte und Hilfsmittel stehen zur Verfügung:

- 2 Vielfachmessgeräte
- 1 Schülerstromversorgungsgerät (Gleich- und Wechselspannungsausgänge)
- 1 Spule mit 500 Windungen
- 1 geblätterter U-Kern
- 1 geblätterter I-Kern
- Potentiometer
- Verbindungsleiter

Hinweis:

Es ist nicht erforderlich, alle vorgegebenen Geräte und Hilfsmittel zu verwenden.

Das Protokoll soll enthalten:

Vorbetrachtungen und Beschreibung der Versuchsdurchführung

Messprotokoll

Auswertung

Fehlerbetrachtung

5 BE
3 BE
4 BE
3 BE

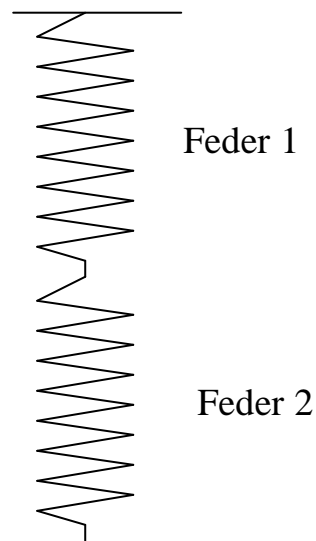
Experiment E2

Für ein System aus zwei hintereinander angeordneten Schraubenfedern gilt für die resultierende Federkonstante die Gleichung

$$\frac{1}{k_{\text{ges}}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

Leiten Sie die Gleichung her und bestätigen Sie diese experimentell durch zwei unterschiedliche Verfahren!

Anordnung der Schraubenfedern:



Folgende Geräte und Hilfsmittel stehen zur Verfügung:

- 2 Schraubenfedern mit gegebenen Federkonstanten
- Stativmaterial
- Lineal
- Stoppuhr
- Wägesatz

Hinweis:

Es ist nicht erforderlich, alle Geräte und Hilfsmittel zu verwenden.

Das Protokoll soll enthalten:

Vorbetrachtungen und Beschreibung der Versuchsdurchführung

Messprotokoll

Auswertung

Fehlerbetrachtung

6 BE
3 BE
3 BE
3 BE