

Thüringer Kultusministerium



Abiturprüfung 1997

Physik

als Leistungsfach
(Haupttermin)

Arbeitszeit: 240 Minuten

Einlesezeit: 30 Minuten

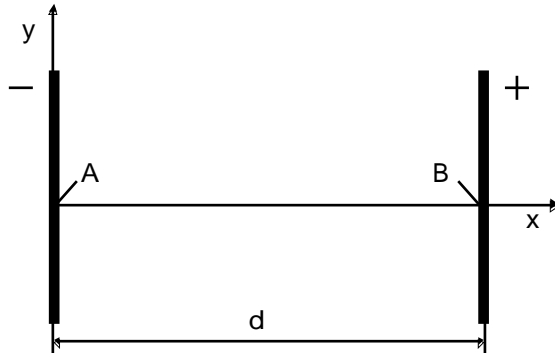
Hilfsmittel: Taschenrechner
(nicht programmierbar, nicht graphikfähig)
Tafelwerk

Der Prüfungsteilnehmer wählt von den Aufgaben 1, 2 und 3 **eine** und von den Experimenten E1, E2 und E3 **eines** zur Bearbeitung aus.

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

Aufgabe 1

- 1 Zwei Kondensatorplatten haben einen Abstand von $d = 15,0 \text{ cm}$ (siehe Abb.). Das Feld zwischen den Platten ist homogen und hat die Feldstärke $E = 3000 \text{ Vm}^{-1}$. Außerhalb des Kondensators wird $E = 0 \text{ Vm}^{-1}$ angenommen. Die Spannung zwischen den Platten ist U_1 . Die Platte am Koordinatenursprung ist negativ geladen. Die Gravitation wird vernachlässigt.



- 1.1 Berechnen Sie die Spannung zwischen den Kondensatorplatten!

2 BE

- 1.2 Ein Elektron befindet sich im Punkt A in Ruhe.

- 1.2.1 Berechnen Sie die Zeit, die das Elektron benötigt, um von A nach B zu gelangen!

3 BE

- 1.2.2 Berechnen Sie die Geschwindigkeit, mit der das Elektron in B auf die Kondensatorplatte trifft!

2 BE

- 1.3 Ein anderes Elektron hat im Punkt A die Geschwindigkeit v ($v_y = 5,0 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1}$, $v_x = 0 \text{ ms}^{-1}$).

- 1.3.1 Skizzieren Sie den Verlauf der Bahnkurve, und berechnen Sie die y -Koordinate des Auftreffpunktes!

2 BE

- 1.3.2 Geben Sie für diesen Fall die Bahngleichung für das Elektron in Abhängigkeit von der spezifischen Ladung, der y -Komponente der Geschwindigkeit und der Feldstärke an!

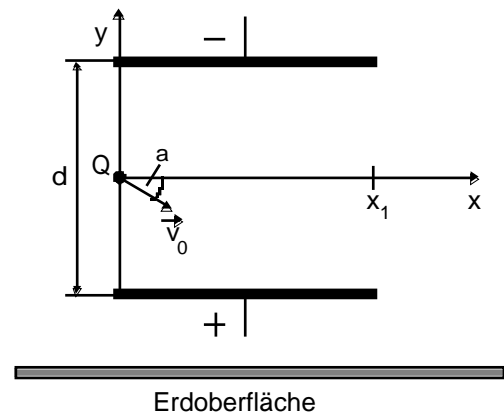
1 BE

- 1.4 Aus einer Ionenquelle sollen nun von A aus einfach negativ geladene Ionen in positiver y - Richtung wegfliegen.

Zeigen Sie, daß man die oben beschriebene Anordnung nicht ohne weiteres zur Isotopentrennung benutzen kann! Welche zusätzliche Maßnahme wäre dazu notwendig? Begründen Sie, daß diese Maßnahme dann tatsächlich zur Isotopentrennung führt!

2 BE

- 2 Elektrisch positiv geladene Teilchen der Ladung Q und der Masse m fliegen mit der konstanten Geschwindigkeit \vec{v}_0 unter dem Winkel α in einen Kondensator mit dem Plattenabstand d ein (siehe Abb.). Die Ablenkspannung U am Kondensator ist konstant.



Der Plattenkondensator befindet sich in einem verdünnten Gas.

- 2.1 Bestimmen Sie die Spannung U für den Fall, daß das einfliegende Teilchen an der Stelle $x = \frac{x_1}{2}$ die x - Achse passiert!

4 BE

- 2.2 Welche Bahnform durchlaufen die geladenen Teilchen im Plattenkondensator? Begründen Sie Ihre Antwort qualitativ!

3 BE

- 2.3 Auf der Bahn beobachtet man verschiedenfarbiges Leuchten, während der Bahnabschnitt nahe der positiven Platte unsichtbar bleibt. Erklären Sie dieses Phänomen!

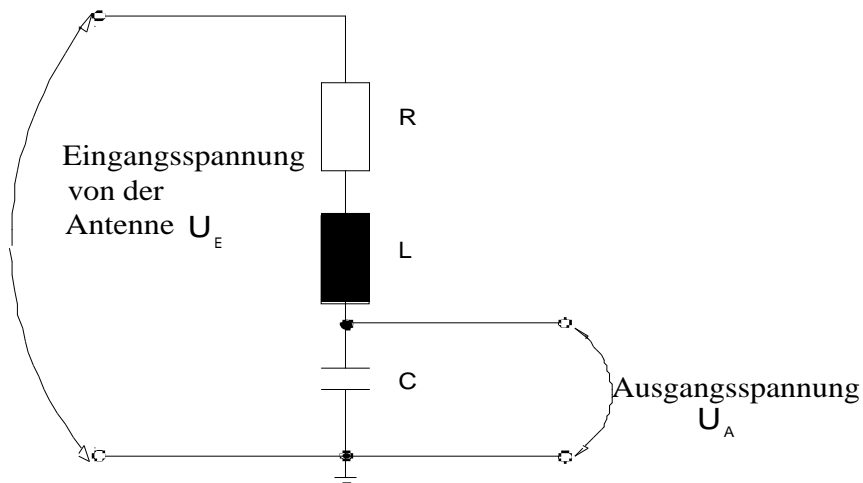
4 BE

- 3 Ein Fernsehempfänger hat in seinem Eingangsteil eine Spule und einen Kondensator, die an eine Fernsehantenne angeschlossen sind (siehe Abb.).

Die Eingangsspannung beträgt $U_E = 100 \mu\text{V}$.

Die Bauelemente des Eingangsteiles haben folgende Daten:

$L = 1,26 \mu\text{H}$; $R = 20 \Omega$; $C = 0,569 \text{ pF}$



- 3.1 Berechnen Sie für den Resonanzfall des Reihenschwingkreises
- die Frequenz (Ergebnis: $f_0 = 188 \text{ MHz}$),
 - die Stromstärke,
 - die Ausgangsspannung und
 - den Scheinwiderstand!

6 BE

- 3.2 Leiten Sie die Gleichung zur Berechnung der Ausgangsspannung für beliebige Frequenzen her!

$$\text{Ergebnis: } U_A = \frac{U_E}{\sqrt{R^2 + \left(\omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C}\right)^2}} \cdot \frac{1}{\omega \cdot C}$$

3 BE

- 3.3 Berechnen Sie die Stromstärke I_{eff} und den Scheinwiderstand Z für folgende Frequenzen:
 $f_1 = 182 \text{ MHz}$; $f_2 = 184 \text{ MHz}$; $f_3 = 188 \text{ MHz}$; $f_4 = 192 \text{ MHz}$,
 $f_5 = 194 \text{ MHz}$!

4 BE

- 3.4 Zeichnen Sie unter Verwendung der Ergebnisse aus 3.3 ein $I_{\text{eff}}(f)$ - und ein $Z(f)$ - Diagramm im Bereich $182 \text{ MHz} \leq f \leq 194 \text{ MHz}$!

3 BE

- 3.5 Vergleichen Sie die Graphen der Funktionen, und begründen Sie deren charakteristische Verläufe!

3 BE

- 3.6 Um welchen Faktor ist das Signal der Ausgangsspannung abgeschwächt, deren Frequenz um 6 MHz höher als die Resonanzfrequenz liegt?

3 BE

Aufgabe 2

1 Ein Photon der Wellenlänge $\lambda = 1,88 \cdot 10^{-12}$ m tritt mit einem ruhenden freien Elektron in Wechselwirkung. Dabei wird das Photon in Rückwärtsrichtung gestreut (Streuwinkel $\delta = 180^\circ$). Seine Wellenlänge ist dann $\lambda' = 6,72 \cdot 10^{-12}$ m.

1.1 Wie groß ist der Impuls des Elektrons nach dem Stoß? Geben Sie den Impuls als Funktion von λ und λ' an!

3 BE

1.2 Berechnen Sie relativistisch die kinetische Energie des Elektrons!

3 BE

2 Zur Bestimmung der Anregungsenergien der Atome eines Gases wird das zu untersuchende Gas bei sehr geringem Druck in einer Kugel eingeschlossen und mit Elektronen der Energie $E = 50$ eV beschossen. Das Energiespektrum der gestreuten Elektronen wird in geeigneter Weise gemessen.

Bei Helium (Ionisierungsenergie $E_{\text{Ion}} = 24,5$ eV) erhält man für folgende Energiewerte der gestreuten Elektronen scharfe Häufigkeitsmaxima: 25,5 eV; 27,2 eV; 28,8 eV; 50 eV.

2.1 Erläutern Sie, wie man aus diesen Meßwerten Anregungsenergien des Heliums bestimmen kann, und berechnen Sie diese!

4 BE

2.2 Begründen Sie, daß beim Versuch auch Streuelektronen nachgewiesen werden können, deren Energien kleiner als 25,5 eV sind!

4 BE

- 3 Im folgenden soll die Sonne als Energiequelle näher betrachtet werden. Die durchschnittliche Sonneneinstrahlung an der Erdoberfläche beträgt $S_{\text{Sonne}} = 1,4 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (Solar-konstante), die mittlere Entfernung Erde - Sonne $r = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$.

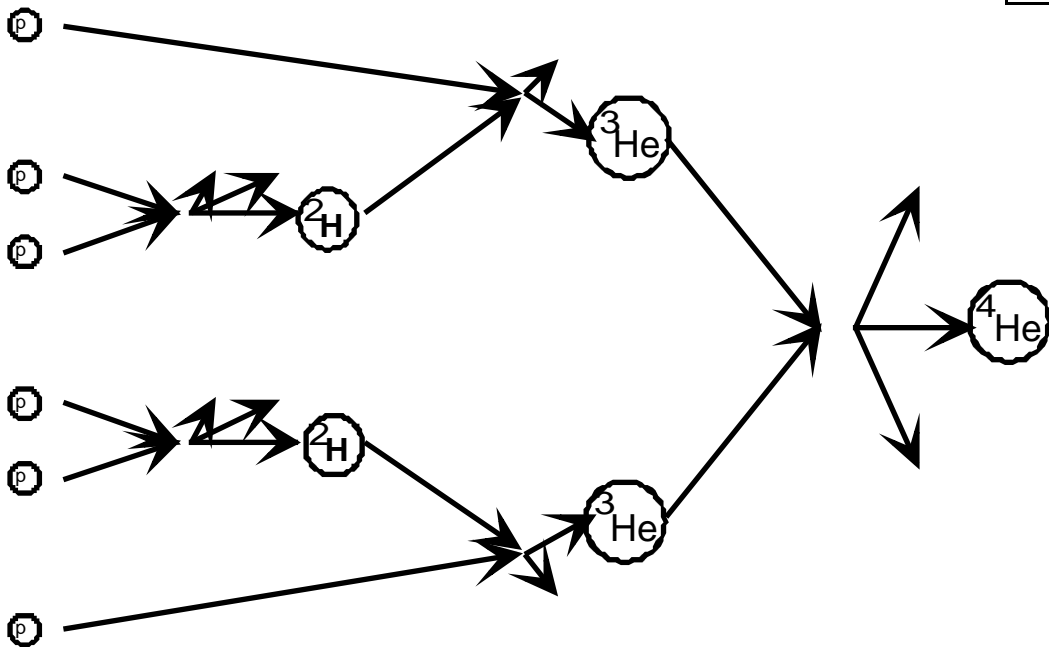
- 3.1 Berechnen Sie die gesamte Ausgangsleistung der Sonne!

Ergebnis: $P = 3,96 \cdot 10^{26} \text{ Js}^{-1}$

4 BE

- 3.2 In der folgenden schematischen Abbildung ist der Proton-Proton-Zyklus dargestellt. Stellen Sie die Reaktionsgleichungen für den Proton-Proton-Zyklus auf!

6 BE



- 3.3 Erläutern Sie den Zyklus, und gehen Sie dabei auf seine Bedeutung für den Energiehaushalt der Sonne ein!

4 BE

- 3.4 Die während des Zyklus je Proton freigesetzte Energie beträgt $E = 6 \text{ MeV}$.

Berechnen Sie die Anzahl der Protonen, die je Sekunde frei werden müssen, um die Strahlungsleistung der Sonne zu ermöglichen!

3 BE

3.5 Zum Ablauf dieser Reaktion müssen sich die Protonen auf eine Entfernung von $r = 5 \cdot 10^{-15}$ m annähern.

Bestimmen Sie die dazu notwendige Temperatur! Beachten Sie, daß Protonen kinetische Energie besitzen!

Ergebnis: $T = 1,1 \cdot 10^9$ K

2 BE

3.6 Schätzen Sie rechnerisch die Temperatur im Mittelpunkt der Sonne ab! Vereinfachend soll angenommen werden, daß die Sonne eine Kugel mit konstanter Dichte ist, die sich aus einem idealen Gas von Wasserstoffatomen zusammensetzt. Die Masse der Sonne beträgt $M = 2,0 \cdot 10^{30}$ kg, ihr Radius ist $R = 6,96 \cdot 10^8$ m. Der Druck im Zentrum der Sonne beträgt $p = 1,35 \cdot 10^{14}$ Pa. Die Masse eines Wasserstoffatoms ist $m_H = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg.

Ergebnis: $T = 1,1 \cdot 10^7$ K

2 BE

3.7 Vergleichen Sie die Ergebnisse der Aufgaben 3.5 und 3.6, und geben Sie eine physikalisch sinnvolle Erklärung für das Auftreten von Fusionsreaktionen in der Sonne!

4 BE

3.8 Ein einfaches Modell über den Aufbau von Atomkernen stellt das Tröpfchenmodell dar. In dem beim Proton - Proton - Zyklus entstehenden Heliumkern haben die Nukleonen einen mittleren Abstand von $r = 1 \cdot 10^{-14}$ m.

3.8.1 Berechnen Sie die elektrostatischen Kräfte und die Gravitationskräfte zwischen den Protonen im Kern!

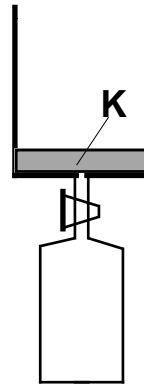
3 BE

3.8.2 Begründen Sie unter Nutzung der Ergebnisse aus 3.8.1 die Notwendigkeit der Existenz weiterer Kräfte im Atomkern!

3 BE

Aufgabe 3

- 1 Ein zylindrischer Behälter sei durch einen reibungsfrei beweglichen Kolben K der Masse m_K verschlossen. Der äußere Luftdruck $p_L = 1013 \text{ hPa}$ wirkt auf die Querschnittsfläche des Kolbens $A = 5,0 \text{ dm}^2$. Am Anfang liegt der Kolben auf dem Boden. Läßt man aus einer Preßluftflasche über einen Hahn Luft der Temperatur $T_1 = 290 \text{ K}$ langsam einströmen, wird der Kolben auf die Höhe $h_1 = 80 \text{ cm}$ angehoben. Der Hahn wird jetzt wieder geschlossen.



- 1.1 Berechnen Sie die Masse m_K des Kolbens sowie die Masse m_L der Luft im Zylinder, wenn diese unter einem Druck von $p = 1023 \text{ hPa}$ steht und die mittlere Molekülmasse der Luft $m = 29u$ beträgt!

4 BE

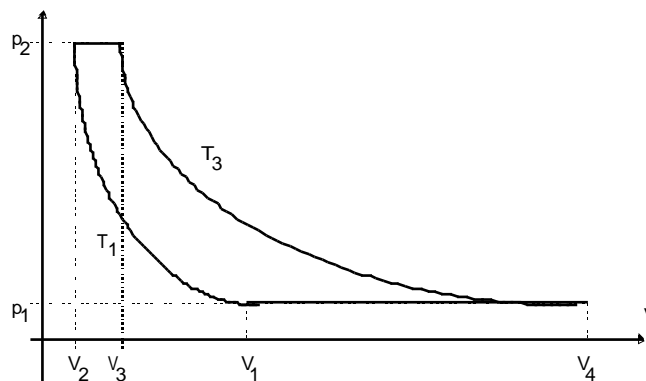
- 1.2 Nun wird die Luft im Zylinder isobar erwärmt, bis der Kolben die Höhe $h_2 = 1,00 \text{ m}$ erreicht hat. Berechnen Sie die Temperatur T_2 der eingeschlossenen Luftmenge, die zugeführte Wärme und die Änderung der inneren Energie des Gases!

4 BE

- 1.3 Beschreiben Sie mit Hilfe phänomenologischer Betrachtungen das Anheben des Kolbens durch die Erwärmung der eingeschlossenen Luft, und erklären Sie diesen Vorgang kinetisch - statistisch!

5 BE

- 2 Die Funktion eines Heißluftmotors beruht auf dem dargestellten reversiblen Kreisprozeß (idealisiert). Das System wird dabei an einen eingebauten Wärmeübertrager angeschlossen. Es findet also kein Wärmeaustausch mit der Umgebung statt.



Der Motor arbeitet mit $n = 2,5$ mol eines einatomigen idealen Gases zwischen den Drücken $p_1 = 145 \text{ kPa}$ und $p_2 = 600 \text{ kPa}$. Die Anfangstemperatur beträgt $T_1 = 350 \text{ K}$. Das Maximalvolumen beträgt $V_4 = 140 \text{ dm}^3$.

2.1 Berechnen Sie V_1, V_2, V_3 und T_3 !

5 BE

2.2 Zeichnen Sie für den Prozeß maßstäblich ein Diagramm, bei dem das Volumen V in Abhängigkeit von der Temperatur T dargestellt wird!

3 BE

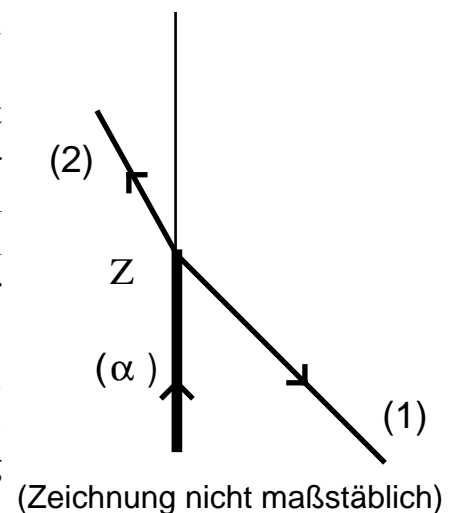
2.3 Ermitteln Sie die Nutzarbeit, die bei einem Durchlauf des Kreisprozesses abgegeben wird!

4 BE

2.4 Berechnen Sie den thermischen Wirkungsgrad des Prozesses! Diskutieren Sie sinnvolle Möglichkeiten und Grenzen der praktischen Erhöhung des Wirkungsgrades!

4 BE

3 Die Abbildung zeigt schematisch die Nebelkammeraufnahme einer Kernreaktion, die beim Beschuß von Stickstoff mit α -Teilchen auftrat. Die sich bei Z verzweigende Bahn resultiert aus dem Zusammenstoß eines α -Teilchens mit einem ruhenden Stickstoffkern. Es ergab sich für die längere Spur ein Winkel von $\beta_1 = 111,8^\circ$ und für die kürzere ein Winkel von $\beta_2 = 13,2^\circ$ zur Richtung der α -Strahlen. Die Energie des α -Teilchens beim Stoß betrug $E = 3,9 \text{ MeV}$.



3.1 Berechnen Sie den Betrag des Impulses des α -Teilchens vor dem Stoß!

2 BE

3.2 Der Stickstoffkern ist vor dem Stoß in Ruhe. Zeichnen Sie maßstäblich das Impulsparallelogramm für das α -Teilchen und die beiden nach der Reaktion wegfliegenden Teilchen!

4 BE

3.3 Berechnen Sie die Beträge der Impulse der wegfliegenden Teilchen!

2 BE

3.4 Auf Grund der Länge und der Ionisationsstärke muß die längere Spur einem Proton zugeschrieben werden.

3.4.1 Geben Sie die ausführliche Reaktionsgleichung an, wenn das α -Teilchen auf einen ${}^{14}_7\text{N}$ - Kern stößt!

Hinweis: Es entsteht bei dieser Reaktion zunächst ein hochangeregter Zwischenkern, der unter Aussendung eines Protons zerfällt.

2 BE

3.4.2 Berechnen Sie die kinetischen Energien der nach der Reaktion wegfliegenden Teilchen!

2 BE

3.4.3 Zeigen Sie mit Hilfe einer Masse - Energie - Bilanz, daß bei dieser Reaktion Energie aufgenommen wird!

Berechnen Sie dazu die Mindestenergie, die ein α -Teilchen haben muß, damit die Kernumwandlung möglich ist!

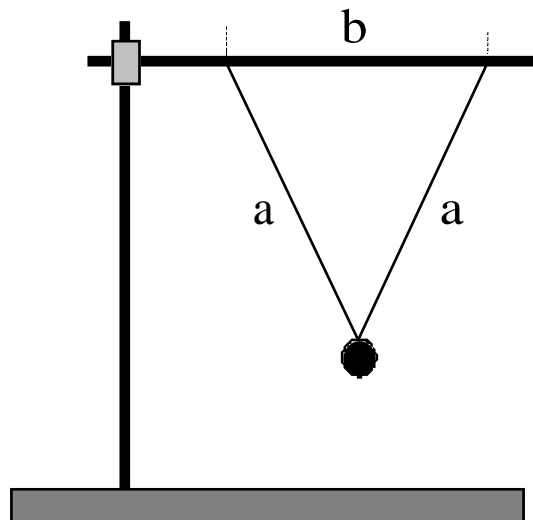
Hinweis: Verwenden Sie für die erforderlichen Kernmassen die Tabellenwerte!

Element	A	Masse (in u)
Wasserstoff	1	1,007276
Helium	3	3,016029
Helium	4	4,001506
Stickstoff	14	13,999234
Sauerstoff	15	15,00307
Sauerstoff	17	16,994744
Kalium	40	39,96400

4 BE

Experiment E1

Bestimmen Sie mit Hilfe eines bifilar aufgehängten Hakenkörpers die Fallbeschleunigung!



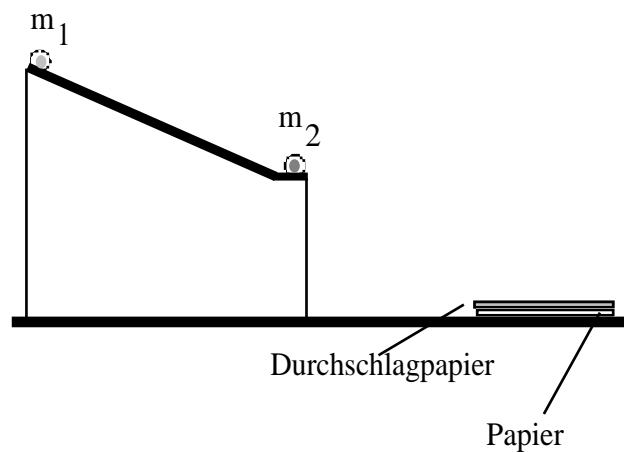
Hinweise:

1. Leiten Sie zunächst eine Formel zur Bestimmung der Schwingungsdauer dieses speziellen Fadenpendels her!
2. Das Protokoll soll enthalten:
 - Vorbetrachtung und Versuchsbeschreibung
 - Meßprotokoll
 - Auswertung
 - Fehlerbetrachtung

15 BE

Experiment E2

Bestimmen Sie die Endgeschwindigkeit einer Kugel am Ende einer geneigten Ebene mit Hilfe des zentralen elastischen Stoßes zweier Kugeln!
Verwenden Sie dazu unter anderem deren Wurfweiten!



Hinweise:

1. Der Versuchsaufbau wird Ihnen vorgegeben.
2. Die Auftrefforte der Kugeln können mit dem zur Verfügung gestellten Durchschlagpapier bestimmt werden.
3. Das Protokoll soll enthalten:
 - Vorbetrachtung und Versuchsbeschreibung
 - Meßprotokoll
 - Auswertung
 - Fehlerbetrachtung

15 BE

Experiment E3

1. Untersuchen Sie durch geeignete Messungen im Gleich- und Wechselstromkreis ($U_{\max} = 6 \text{ V}$) die Art des elektronischen Bauelements, das sich in der Black Box befindet.

- Zur Auswahl stehen:
- Kondensator,
 - Glühlampe,
 - Diode mit Vorwiderstand,
 - Spule.

Begründen Sie in den Vorbetrachtungen die verwendeten Auswahlkriterien für jedes der angegebenen Bauelemente!

2. Nehmen Sie unter Beachtung der spannungsrichtigen bzw. stromrichtigen Schaltung die Kennlinie des Bauelements auf, und begründen Sie damit das Ergebnis ihrer Auswahl aus Aufgabe 1!

Deuten Sie die Kennlinie aus kinetisch-statistischer Sicht!

Hinweise:

Das Protokoll soll enthalten:

- Vorbetrachtung und Versuchsbeschreibung
- Meßprotokoll
- Auswertung
- Fehlerbetrachtung

15 BE
