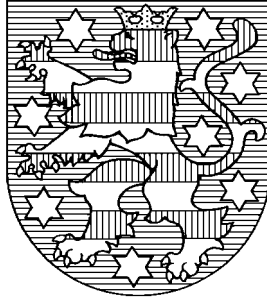


# Thüringer Kultusministerium



## Abiturprüfung 2000

### Leistungsfach

### Physik

(Haupttermin)

Arbeitszeit: 270 Minuten

Hilfsmittel: Taschenrechner (nicht programmierbar, nicht grafikfähig)  
Tafelwerk

Der Prüfungsteilnehmer wählt von den Aufgaben A1, A2 und A3 **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).

## Öffnung am 05. Mai 2000

## Aufgabe A1

1 In der Geschichte der Physik nehmen Atommodelle eine bedeutende Rolle ein.

1.1 Beim rutherfordischen Atommodell nimmt man einen Kern an, der Sitz der positiven Ladung und nahezu der gesamten Atommasse ist.

1.1.1 Skizzieren Sie den prinzipiellen Versuchsaufbau des rutherfordischen Streuversuches! Erläutern Sie, wie Rutherford aus den Versuchsergebnissen auf sein Atommodell schloss!

6 BE

1.1.2 In großer Entfernung vom Kern haben  $\alpha$ -Teilchen die kinetische Energie  $E_{\text{kin}} = 8,0 \text{ MeV}$ . Berechnen Sie, wie nahe diese  $\alpha$ -Teilchen einem Goldkern kommen, wenn sie von diesem unter einem Winkel von  $\gamma = 180^\circ$  reflektiert werden!

3 BE

1.2 Ein weiteres Modell ist das bohrsche Atommodell.

1.2.1 Nennen Sie die Grundannahmen dieses Modells!

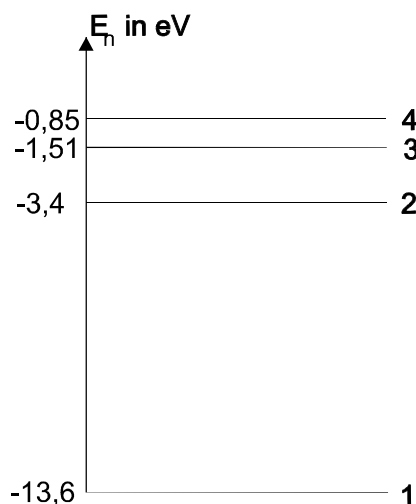
4 BE

1.2.2 Wie jedes Modell widerspiegelt das bohrsche Atommodell die objektive Realität nur teilweise.

Nennen Sie je zwei Sachverhalte für die Anwendbarkeit und für die Grenzen dieses Modells!

4 BE

1.3 Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus dem Energieniveauschema eines Wasserstoffatoms.



1.3.1 Geben Sie für diesen Ausschnitt die Anzahl der möglichen Emissionslinien an!

2 BE

1.3.2 Berechnen Sie die Frequenz des Lichtes, das beim Übergang vom zweiten zum ersten Energieniveau emittiert wird!

3 BE

1.4 Das bohrsche Atommodell lässt sich auch auf einfach ionisiertes Helium ( $\text{He}^+$ ) anwenden. Für die Gesamtenergie auf der n-ten Bahn gilt:

$$E_n = -13,6\text{eV} \cdot \frac{Z^2}{n^2} \quad (Z \dots \text{Kernladungszahl}).$$

1.4.1 Berechnen Sie die Energie, die dem Heliumion mindestens zuzuführen ist, um es aus dem Grundzustand vollständig zu ionisieren!

2 BE

1.4.2 Um aus einem Heliumatom ein einfach ionisiertes Heliumion  $\text{He}^+$  zu erzeugen, wird die Ionisierungsenergie  $E_{\text{Ion}} = 24,5 \text{ eV}$  benötigt. Erklären Sie qualitativ den Unterschied zwischen den Ionisierungsenergien des Heliumions und des Heliumatoms!

2 BE

1.5 Myonen sind Elementarteilchen, die eine Elementarladung tragen. Ihre Ruhemasse entspricht der Ruhemasse von 207 Elektronen. Wenn sie eine geringe kinetische Energie besitzen, können sie von Atomkernen eingefangen werden. Für die Gesamtenergie des Myons auf der n-ten Bahn gilt:

$$E_n = -\frac{Z^2 \cdot e^4 \cdot m_\mu}{8 \cdot \epsilon_0^2 \cdot h^2} \cdot \frac{1}{n^2}.$$

1.5.1 Berechnen Sie die Energien für die drei niedrigsten Energieniveaus des Myons, wenn es von einem Berylliumkern eingefangen wurde und stellen Sie diese in einem Energieniveauschema maßstäblich grafisch dar!

3 BE

1.5.2 Vergleichen Sie die Wellenlängen des Übergangs von  $n = 2$  auf  $n = 1$  für das Wasserstoffatom und das Berylliumatom mit eingefangenenem Myon. Geben Sie für die Übergänge den Spektralbereich an!

3 BE

2 Ein Pfennig mit einem Durchmesser von 17 mm liegt auf einem Tisch und wird durch eine Lupe mit einer Brennweite von +30 mm beobachtet. Das Bild ist dabei 51 mm groß.

2.1 Leiten Sie die Abbildungsgleichung für dünne Sammellinsen her!

3 BE

2.2 Konstruieren Sie die Abbildung mit Hilfe der drei Hauptstrahlen! Beschreiben Sie Ihre Konstruktion!  
Hinweis: Bei der Konstruktion werden nur gegebene Größen verwendet.

4 BE

2.3 Berechnen Sie die Bildweite und die Gegenstandsweite!

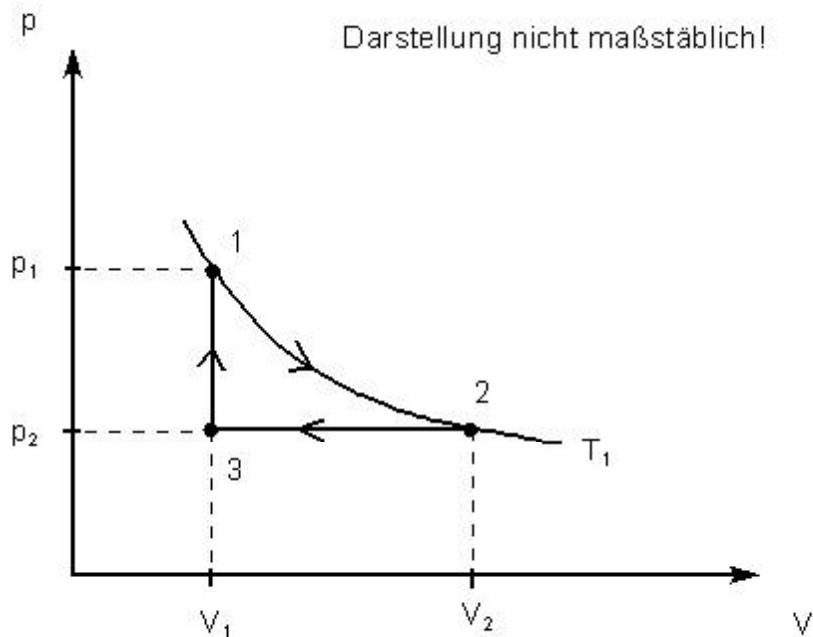
3 BE

2.4 Nennen Sie die Eigenschaften des Bildes!

3 BE

## Aufgabe A2

- 1 Eine Wärmekraftmaschine durchläuft den in der Abbildung dargestellten Kreisprozess. Als Arbeitsmittel wird ein einatomiges ideales Gas der Stoffmenge  $n = 0,10$  mol verwendet.



Die Zustandsänderung von 1 nach 2 verläuft isotherm bei der Temperatur  $T_1 = 1600$  K. Der Anfangsdruck ist  $p_1 = 400$  kPa. Für  $V_2$  gilt:  $V_2 = 2 \cdot V_1$

- 1.1 Ermitteln Sie für die Zustände 1, 2 und 3 die Größen  $p$ ,  $V$  und  $T$ ! Fassen Sie Ihre Ergebnisse in Form einer Tabelle zusammen!

4 BE

- 1.2 Berechnen Sie die während eines Umlaufs von der Maschine abgegebene Nutzarbeit!

5 BE

- 1.3 Berechnen Sie die Wärme, die während eines Umlaufs dem idealen Gas zugeführt wird.

Ergebnis:  $Q = 1921$  J

4 BE

1.4 Berechnen Sie den thermischen Wirkungsgrad der Wärmekraftmaschine! 2 BE

1.5 Die Wärmekraftmaschine wird mit einem Generator gekoppelt. Berechnen Sie die Anzahl der Umdrehungen der Wärmekraftmaschine je Minute, wenn der Generator die Leistung  $P = 5,0$  kW bei dem Wirkungsgrad  $\eta = 0,72$  abgibt! 3 BE

## 2 Kinetische Gastheorie

2.1 In einem Hohlwürfel mit dem Volumen  $V$  befindet sich eine Mischung aus zwei idealen Gasen bei der Temperatur  $T$ . Jedes Gas hat die Teilchenzahl  $N$ . Die relativen Atommassen der beiden Gase sind  $A_{r1}$  und  $A_{r2}$ .

2.1.1 Begründen Sie, dass die durch beide Gase hervorgerufenen Teildrücke gleich sind! 3 BE

2.1.2 Leiten Sie das Verhältnis der mittleren quadratischen Geschwindigkeiten der Teilchen der beiden Gase in Abhängigkeit von den relativen Atommassen her! 3 BE

2.1.3 Berechnen Sie den Druck auf die Behälterwände, wenn folgende Größen bekannt sind:  
 $N = 1,50 \cdot 10^{21}$   
 $T = 288$  K  
 $V = 2,50 \cdot 10^{-3}$  m<sup>3</sup> 2 BE

3 Zur Bestimmung der Induktivität einer Spule gibt es verschiedene Möglichkeiten.

3.1 Bei einer ersten Methode wird die Abhängigkeit der Stromstärke von der Frequenz untersucht. Dazu werden eine Spule, ein Kondensator bekannter Kapazität und ein Stromstärkemessgerät in Reihe geschaltet. Als Spannungsquelle wird ein durchstimmbarer Frequenzgenerator mit konstanter Ausgangsspannung verwendet. Folgende Daten sind bekannt:  
 Kapazität des Kondensators:  $C = 2,6$   $\mu$ F  
 ohmscher Widerstand der Spule:  $R_{Sp.} = 10$   $\Omega$   
 Spannung am Frequenzgenerator:  $U = 10$  V

Bei der Untersuchung der Abhängigkeit der Stromstärke von der Frequenz wurden folgende Messwerte ermittelt:

f in Hz	I in mA
100,0	39,10
350,0	114,0
450,0	400,0
490,0	985,0
493,5	1000
497,0	985,0
550,0	348,0
600,0	89,90
800,0	62,60

3.1.1 Zeichnen Sie den Schaltplan für den Versuchsaufbau!

2 BE

3.1.2 Stellen Sie die Stromstärke in Abhängigkeit von der Frequenz grafisch dar!

Interpretieren Sie dieses Diagramm!

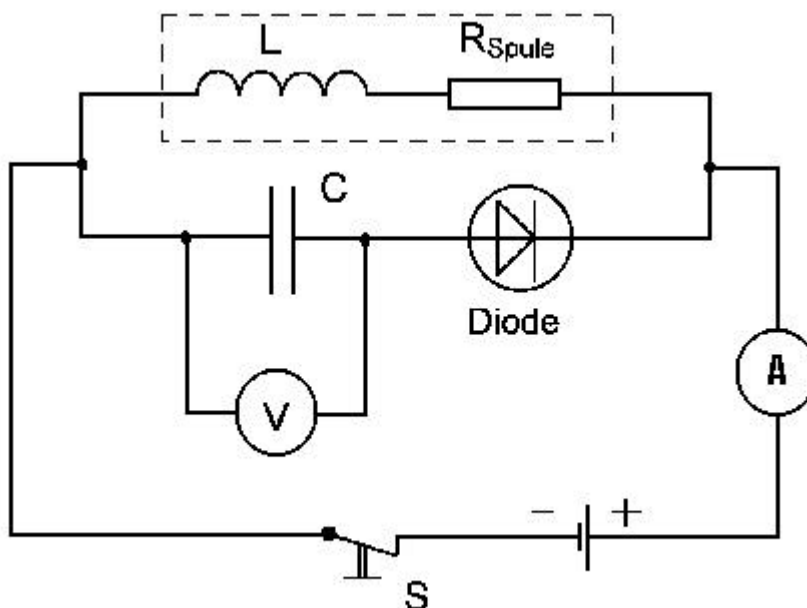
5 BE

3.1.3 Bestimmen Sie die Induktivität der Spule!

4 BE

3.2 Die nachfolgende zweite Methode basiert auf der Spannungsmessung im Gleichstromkreis. Sie eignet sich zur Bestimmung der Induktivität für Spulen mit sehr kleinem ohmschen Widerstand.

Dabei wird folgende Schaltung verwendet:



Hinweise:

Dioden haben in Durchlassrichtung einen verschwindend kleinen ohmschen Widerstand, in Sperrrichtung einen sehr großen.

Der Innenwiderstand des verwendeten Spannungsmessgerätes ist sehr groß.

- 3.2.1 Nach dem Schließen des Schalters fließt der Strom  $I = 450 \text{ mA}$ . Begründen Sie, dass der Kondensator noch nicht geladen wird!

2 BE

- 3.2.2 Einige Zeit nach dem Öffnen des Schalters  $S$  zeigt das Spannungsmessgerät eine konstante Spannung an. Erklären Sie unter Beachtung der Polarität, warum der Kondensator aufgeladen wird!

3 BE

- 3.2.3 Berechnen Sie die Induktivität der Spule unter Vernachlässigung des ohmschen Widerstandes der Spule, wenn das Spannungsmessgerät die Spannung  $U_c = 8,20 \text{ V}$  anzeigt! Der Kondensator hat eine Kapazität von  $C = 250 \mu\text{F}$ .

3 BE



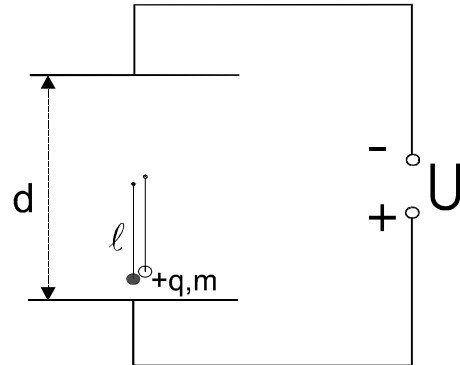
### Aufgabe A3

- 1 Im homogenen Feld eines Plattenkondensators befindet sich ein Fadenpendel (siehe Abbildung). Der Pendelkörper wird als Massepunkt mit der Masse  $m$ , der die Probeladung  $+q$  trägt, angenommen. Der Faden ist masselos. Die Aufhängung des Pendels befindet sich genau im Schnittpunkt der Raumdiagonalen des Kondensatorinnenraumes.

Die Pendellänge  $\ell$  genügt der

Bedingung  $\ell < \frac{d}{2}$ .

Die Probeladung befindet sich in jeder möglichen Stellung im homogenen elektrischen Feld des Kondensators. Die Pendelanordnung hat keinen Einfluß auf die Homogenität des Kondensatorfeldes. Die Reibung wird vernachlässigt.



- 1.1 Zeigen Sie, dass der Pendelkörper nach einer Auslenkung aus dieser Ruhelage von  $\alpha \leq 4^\circ$  im Allgemeinen auch bei angelegter Spannung am Kondensator harmonisch schwingt!

5 BE

- 1.2 Leiten Sie für diesen Fall eine Gleichung zur Berechnung der Schwingungsdauer her!

Ergebnis: z. B.  $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g - a_E}}$

3 BE

- 1.3 Interpretieren Sie die in 1.2 hergeleitete Gleichung! Führen Sie eine Fallunterscheidung durch!

4 BE

- 1.4 Folgende Größen beschreiben näherungsweise einen Spezialfall, der näher untersucht werden soll.

Pendelmasse  $m = 1,00 \text{ g}$

Probeladung  $+q = 5,89 \cdot 10^{-4} \text{ C}$

Plattenabstand  $d = 6,00 \text{ cm}$

Kondensatorspannung  $U = 1,00 \text{ V}$

Pendellänge  $\ell = 2,50 \text{ cm}$

1.4.1 Der Pendelkörper wird um  $\alpha = 90^\circ$  aus der Ruhelage ausgelenkt und mit der Anfangsgeschwindigkeit  $v_0 = 0,10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  senkrecht nach unten geworfen.

Beschreiben Sie die Bewegung des Körpers für diesen Spezialfall!

Begründen Sie Ihre Aussagen!

4 BE
------

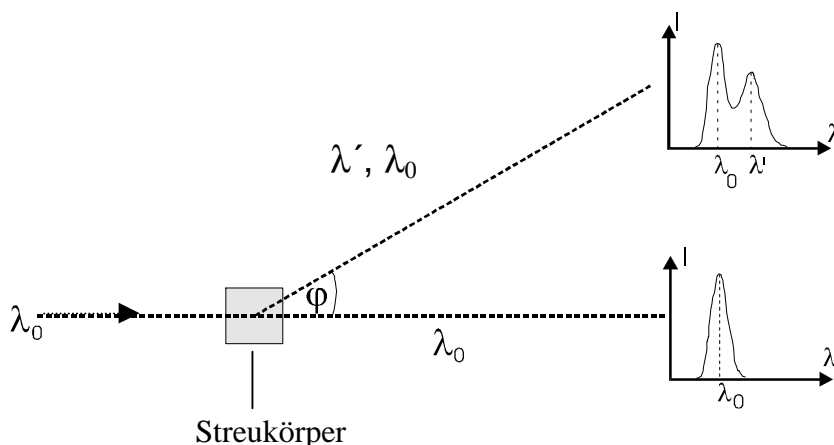
1.4.2 Berechnen Sie für diesen Spezialfall die Zeit, in der der Pendelkörper erstmals seine Ausgangslage wieder erreicht!

2 BE
------

2 Röntgenstrahlung mit der Wellenlänge  $\lambda_0$  trifft auf einen Streukörper aus Graphit. Mit einem um den Streukörper schwenkbaren Detektor wird die Intensität der gestreuten Röntgenquanten in Abhängigkeit von der Wellenlänge  $\lambda$  registriert (siehe Abbildung).

Unter dem Winkel  $\varphi = 0^\circ$  beobachtet man nur die Wellenlänge  $\lambda_0$  des einfallenden Quants.

Wird der Winkel  $\varphi$  größer als Null, beobachtet man außerdem Quanten mit der größeren Wellenlänge  $\lambda'$ .



Das Auftreten von Quanten der Wellenlänge  $\lambda_0$  nach der Wechselwirkung mit dem Streukörper wird nicht weiter betrachtet.

2.1 Erläutern Sie das Zustandekommen der Quanten mit der Wellenlänge  $\lambda'$ !

4 BE
------

- 2.2 Die Berechnung der Wellenlänge  $\lambda'$  erfolgt nach der Gleichung  $\lambda' = \lambda_0 + \Delta\lambda$ .

Für die Änderung der Wellenlänge gilt:  $\Delta\lambda = \frac{h}{m_{0e} \cdot c} \cdot (1 - \cos\varphi)$ .

Interpretieren Sie die Gleichung für  $\Delta\lambda$  !

4 BE

- 2.3 Begründen Sie, warum der Effekt bei der Verwendung von sichtbarem Licht nur sehr schwer nachweisbar ist!

2 BE

- 2.4 Ein Röntgenquant mit der Wellenlänge  $\lambda_0$  trifft auf ein ruhendes Elektron und wird unter dem Winkel  $\varphi = 60^\circ$  gestreut. Die Wellenlänge des gestreuten Quants beträgt  $\lambda' = 3,0 \cdot 10^{-12}$  m.

- 2.4.1 Leiten Sie die Gleichung für den Impuls eines Photons in Abhängigkeit von dessen Wellenlänge aus  $p = m \cdot v$  her!

3 BE

- 2.4.2 Berechnen Sie den Impuls des gestreuten Quants!

3 BE

- 2.4.3 Ermitteln Sie die Wellenlänge  $\lambda_0$  des Röntgenquants und seinen Impuls vor der Wechselwirkung!

5 BE

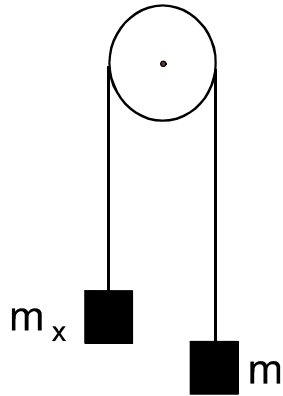
- 2.4.4 Stellen Sie die Impulse der Quanten maßstabsgerecht in einem Impulsdiagramm dar!

Entnehmen Sie dem Diagramm den Betrag des Impulses des gestreuten Elektrons und den Winkel, unter dem sich das Elektron nach der Wechselwirkung in Bezug auf die Einfallsrichtung des Röntgenquants bewegt!

6 BE

**Experiment E1**

Bestimmen Sie mit Hilfe der gegebenen Apparatur die unbekannte Masse  $m_x$  !



Folgende Geräte und Hilfsmittel stehen zur Verfügung:

- Feste Rolle
- Faden
- Stativmaterial
- Lineal
- Stoppuhr
- Massenstück mit  $m = 100 \text{ g}$

Das Protokoll soll enthalten:

- Vorbetrachtungen und Beschreibung der Versuchsdurchführung
- Messprotokoll
- Auswertung
- Fehlerbetrachtung

15 BE
-------

## Experiment E2

Bestimmen Sie die Wärmekapazität des vorgegebenen Kalorimeters!

Folgende Geräte und Hilfsmittel stehen zur Verfügung:

- Kalorimeter
- Thermometer
- Messzylinder
- kaltes und heißes Wasser
- Rührer

Das Protokoll soll enthalten:

- Vorbetrachtungen und Beschreibung der Versuchsdurchführung
- Messprotokoll
- Auswertung
- Fehlerbetrachtung

15 BE
-------

## Experiment E3

Bestimmen Sie, welche Bauelemente sich in den beiden vorgegebenen “black boxes” befinden!

Bestimmen Sie die jeweilige charakteristische Größe!

In jeder der beiden “black boxes” können sich entweder ein ohmsches Bauelement, ein Kondensator oder eine Spule befinden.

Folgende Geräte und Hilfsmittel stehen zur Verfügung:

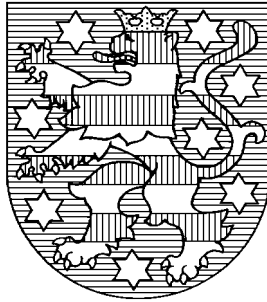
- zwei “black boxes”
- zwei Schülervielfachmessgeräte
- ein Schülerstromversorgungsgerät mit Gleich- und Wechselspannungsausgang
- Verbindungsleiter

Das Protokoll soll enthalten:

- Vorbetrachtungen und Beschreibung der Versuchsdurchführung
- Messprotokoll
- Auswertung
- Fehlerbetrachtung

15 BE
-------

# Thüringer Kultusministerium



## Abiturprüfung 2000

### Physik

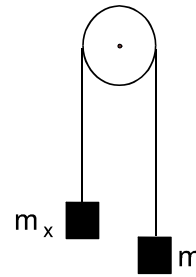
als Leistungsfach  
(Haupttermin)

Hinweise zur Vorbereitung der Experimente

Alle Experimente sind vom Lehrer vor der Prüfung auszuprobieren.

Von den folgenden Experimenten E1, E2 und E3 wählt der Prüfungsteilnehmer eines zur Bearbeitung aus:

E1 Bestimmen Sie mit Hilfe der gegebenen Apparatur die unbekannte Masse  $m_x$ !



E2 Bestimmen Sie die Wärmekapazität des vorgegebenen Kalorimeters!

E3 Bestimmen Sie, welche Bauelemente sich in den beiden vorgegebenen "black boxes" befinden!

Bestimmen Sie die jeweilige charakteristische Größe!

In jeder der beiden "black boxes" können sich entweder ein ohmsches Bauelement, ein Kondensator oder eine Spule befinden.

Folgende Geräte und Hilfsmittel sind bereit zu stellen:

Aufgabe	Geräte und Hilfsmittel
E1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feste Rolle, die möglichst reibungsarm und leicht ist</li> <li>- stabiler Faden</li> <li>- Stativmaterial</li> <li>- Hakenkörper mit der Masse 100 g</li> <li>- Körper, für den die Masse zu bestimmen ist,</li> </ul> <p style="text-align: right;">z.B.</p> <p>Kreuzmuffe mit nur einer Schraube</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lineal</li> <li>- Stoppuhr</li> </ul>
E2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kalorimeter</li> <li>- Thermometer</li> <li>- Messzylinder</li> <li>- kaltes und heißes Wasser</li> <li>- Rührer</li> </ul>
E3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zwei "black boxes"</li> <li>- zwei Schülervielfachmessgeräte</li> <li>- ein Schülerstromversorgungsgerät mit Gleich- und Wechselspannungsausgang</li> <li>- Verbindungsleiter</li> <li>- Bauelemente: ohmsches Bauelement, Kondensator</li> </ul> <p>z. B.: <math>R = 100 \Omega</math> ; <math>C = 4 \mu\text{F}</math></p>