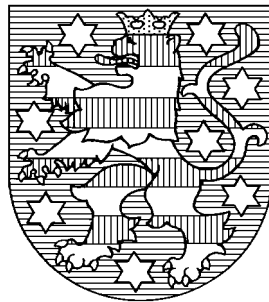


Thüringer Kultusministerium



Abiturprüfung 1996

Physik

als Leistungsfach
(Haupttermin)

Arbeitszeit: 240 Minuten

Einlesezeit: 30 Minuten

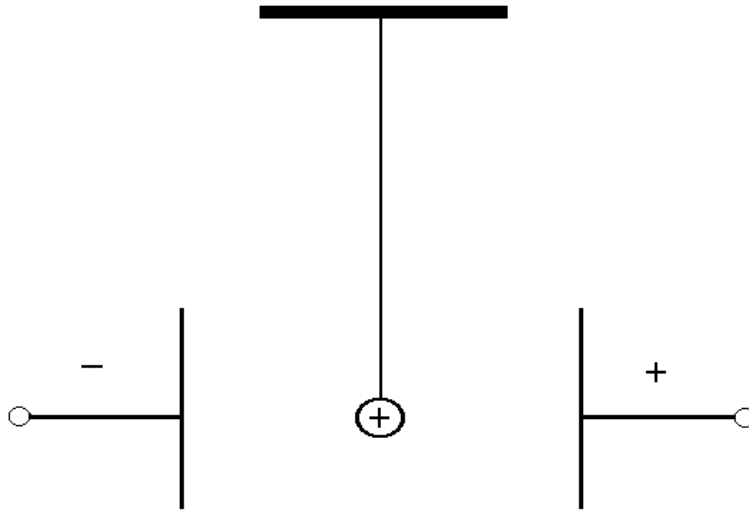
Hilfsmittel: Taschenrechner
(nicht programmierbar, nicht graphikfähig)
Tafelwerk

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).

Aufgabe A1

- 1 In einem Plattenkondensator mit dem Plattenabstand $d = 0,20 \text{ m}$ hängt an einem $\ell = 1,00 \text{ m}$ langen undehnbaren und masselosen Faden ein Pendelkörper mit der Masse $m = 1,00 \text{ g}$. Der Pendelkörper trägt die positive Probeladung $Q = 5,20 \cdot 10^{-10} \text{ C}$. Am Kondensator liegt eine Spannung von $U = 0,20 \text{ MV}$ an. Die Anordnung befindet sich im Vakuum. Die Reibung ist zu vernachlässigen.



- 1.1 Berechnen Sie den maximalen Auslenkungswinkel α_{\max} des Pendels!
- 1.2 Der Kondensator wird durch Kurzschließen der Platten entladen. Das Pendel beginnt harmonisch zu schwingen. Bei $t_0 = 0 \text{ s}$ ist das Pendel maximal ausgelenkt.
- 1.2.1 Beschreiben Sie die Bewegung des Pendelkörpers! Gehen Sie dabei auch auf energetische Betrachtungen ein!
- 1.2.2 Berechnen Sie für dieses Pendel die Schwingungsdauer, die Geschwindigkeit zum Zeitpunkt $t_1 = \frac{T}{4}$ und die Beschleunigung zum Zeitpunkt $t_2 = \frac{T}{2}$!

3 BE

4 BE

4 BE

1.2.3 Welche Kraft wirkt auf den Aufhängepunkt des Pendels beim Durchgang des Pendelkörpers durch die Ruhelage?
Berechnen Sie diese Kraft!

4 BE

1.2.4 Begründen Sie, warum die Schwingung des Pendels für große Auslenkungswinkel nicht mehr harmonisch ist!

3 BE

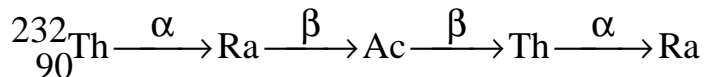
1.2.5 Welche Frequenz müsste eine an den Kondensator angelegte Wechselspannung haben, damit der Resonanzfall eintritt?

2 BE

2 Die Halbwertszeiten der verschiedenen radioaktiven Stoffe sind sehr unterschiedlich. Sie variieren über einen Bereich von 21 Zehnerpotenzen.

Jede radioaktive Kernart hat ihre charakteristische Halbwertszeit. Sie kann zur Identifizierung der Kernart dienen.

2.1 Die ersten Stufen der Thoriumreihe haben folgende Gestalt:



Bestimmen Sie die Massen- und Kernladungszahlen der entstehenden Isotope!

Stellen Sie dazu die Kernreaktionsgleichungen auf!

5 BE

2.2 Leiten Sie aus dem Zerfallsgesetz für den radioaktiven Zerfall bei gegebener Zerfallskonstante die Gleichung zur Berechnung der Halbwertszeit her!

3 BE

2.3 Das Thoriumisotop ${}^{227}\text{Th}$ ist ein α -Strahler und hat eine Halbwertszeit von $T_H = 18,2$ d. Als Ausgangsmenge liegen 5,0 g dieses Thoriumisotops vor.

Wieviele Atome zerfallen innerhalb der nächsten 12 Stunden?

4 BE

2.4 Von einem radioaktiven Präparat steht die Masse m_0 zur Verfügung.

Nach $t_1 = 120\text{d}$ sind $m_1 = 7,000\text{ mg}$ und nach $t_2 = 300\text{ d}$ sind $m_2 = 2,845\text{ mg}$ des Präparates noch nicht zerfallen.

2.4.1 Berechnen Sie die Zerfallskonstante!

3 BE

2.4.2 Wie groß war die ursprüngliche Masse m_0 des Präparates?

2 BE

2.5 β - Strahlen treten im Vakuum senkrecht zu den Feldlinien in ein homogenes Magnetfeld der magnetischen Flußdichte $B = 0,051\text{ T}$ ein. Dort bewegen sie sich auf einer Kreisbahn mit dem Radius $r = 6,2\text{ cm}$.

2.5.1 Berechnen Sie klassisch die Geschwindigkeit der β - Strahlen, und werten Sie das Ergebnis aus physikalischer Sicht!

4 BE

2.5.2 Berechnen Sie die Geschwindigkeit der β - Strahlen relativistisch!

Begründen Sie den Unterschied zum Ergebnis aus Aufgabe 2.5.1!

4 BE

Aufgabe A2

- 1 In einer Lichtmühle (siehe Abbildung) treffen sowohl Photonen als auch Moleküle des Restgases auf die Flügel des Rädchens. Um diese Vorgänge näher zu untersuchen, wird zunächst ein ideales Gas betrachtet.



- 1.1 Nennen Sie die Annahmen für das Modell des idealen einatomigen Gases!

3 BE

- 1.2 Ein ideales Gas mit der Teilchenzahl N befindet sich in einem Volumen V und wechselwirkt mit der Gefäßwand. Alle Moleküle besitzen die gleiche Geschwindigkeit v . In der Rechnung wird die Impulsänderung mit ΔI bezeichnet.

- 1.2.1 Leiten Sie die Gleichung zur Berechnung des Gasdruckes auf eine Wand her, wenn alle Moleküle senkrecht auf diese Gefäßwand auftreffen!

Ergebnis:
$$p = \frac{N}{V} \cdot v \cdot \Delta I$$

4 BE

- 1.2.2 Berechnen Sie die Impulsänderung, die ein Argonatom bei $\vartheta = 20^\circ\text{C}$ infolge einer Reflexion an der Gefäßwand erfährt, wenn es
- senkrecht,
 - unter einem Winkel von 30° gegen das Einfallslot auftrifft!

5 BE

1.3 Licht weist neben Welleneigenschaften auch Teilcheneigenschaften auf.

1.3.1 Nennen Sie je ein Beispiel für diesen Sachverhalt!
Geben Sie eine kurze Begründung!

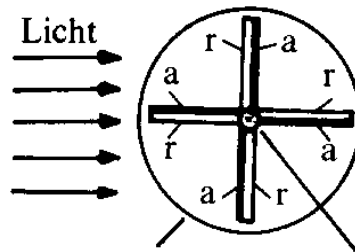
4 BE

1.3.2 Berechnen Sie die Impulsänderung eines Photons der Wellenlänge $\lambda = 550 \text{ nm}$ bei senkrechtem Lichteinfall

- bei Reflexion an der Gefäßwand,
- bei Absorption in der Gefäßwand!

3 BE

1.4 Die in der Abbildung schematisierte "Lichtmühle" wird nun näher betrachtet.



Glaskolben Drehachse
a: absorbierende Fläche
r: reflektierende Fläche

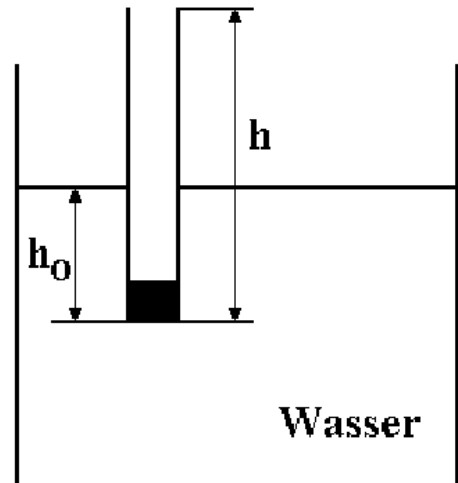
1.4.1 Welche Drehrichtung stellt sich ein, wenn sich das Rädchen bei Lichteinfall in der Glaskugel reibungsfrei im Hochvakuum drehen kann? Begründen Sie Ihre Antwort mit Hilfe der Ergebnisse aus Teilaufgabe 1.3.2!

3 BE

1.4.2 Ermitteln Sie die Drehrichtung des Rädchens bei Lichteinfall, wenn sich in der Glaskugel ein Restgas bei geringem Druck befindet! Begründen Sie Ihre Antwort mit Hilfe der Ergebnisse aus den Teilaufgaben 1.2.2 und 1.3.2!

4 BE

2. Ein zylindrisches Reagenzglas (Querschnittsfläche A , Höhe h) ist im unteren Teil mit Bleischrot beschwert und besitzt die Gesamtmasse m . Das Glas taucht in der Gleichgewichtslage mit der Eintauchtiefe h_0 in Wasser der Dichte ρ ein (s. Abbildung). Drückt man dieses Glas um eine weitere Strecke s etwas tiefer in das Wasser ein und läßt es anschließend wieder los, führt es Schwingungen um die Gleichgewichtslage aus. Beim Eintauchen wirkt die Auftriebskraft F_A , die ihrem Betrage nach gleich der Gewichtskraft F_G der verdrängten Flüssigkeit ist. Reibungseffekte sind zu vernachlässigen.



- 2.1 Zeigen Sie, daß diese Schwingung harmonisch ist! 3 BE
- 2.2 Weisen Sie nach, daß für die Direktionsgröße (Richtgröße) D gilt: $D = A \cdot \rho \cdot g$! 3 BE
- 2.3 Wie groß ist die Periodendauer, wenn das Glas eine Querschnittsfläche von $A = 7,00 \text{ cm}^2$ und eine Masse $m = 95,0 \text{ g}$ hat? 3 BE
- 2.4 Skizzieren Sie für diesen Vorgang das Ort-Zeit-, Geschwindigkeit-Zeit- und das Beschleunigung-Zeit-Diagramm! Es gilt: $s(t_0) = -s_{\text{max}}$ für $t_0 = 0 \text{ s}$! 6 BE
- 2.5 Leiten Sie eine Gleichung für die potentielle Energie des schwingungsfähigen Systems her, und interpretieren Sie die Gleichung für diese Anordnung! 4 BE

Aufgabe A3

1. Zwei Schallquellen L_1 und L_2 strahlen Schallwellen in den Raum ab ($c_{\text{Luft}} = 330 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). Sie befinden sich in den Punkten P und Q einer Meßstrecke längs der y - Achse. Der Abstand der Punkte P und Q beträgt $d = 4,50 \text{ m}$ (siehe Abbildung). Eine zweite Meßstrecke längs der x - Achse verläuft rechtwinklig zur ersten durch P. Beide Schallquellen senden gleichphasig mit gleicher Lautstärke einen Dauerton mit der Frequenz $f_L = 440 \text{ Hz}$ aus. Entlang der beiden Meßstrecken kann ein druckempfindliches Mikrofon mit konstanter Geschwindigkeit geführt werden.



- 1.1 Zunächst wird die Strecke \overline{PQ} untersucht. Dabei wird eine stehende Longitudinalwelle registriert. An jeder Schallquelle entsteht ein Druckknoten.
- 1.1.1 Erläutern Sie, wie es zur Ausbildung dieser stehenden Welle kommt!
- 3 BE
- 1.1.2 Geben Sie die Lage der Druckknoten und Druckbäuche dieser Welle durch allgemeine Gleichungen an!
Ermitteln Sie die Anzahl der Druckbäuche bzw. Druckknoten dieser Welle!
- 5 BE
- 1.1.3 Vergleichen Sie in übersichtlicher Form fortschreitende und stehende Wellen in bezug auf ihre physikalischen Eigenschaften!

3 BE

1.2 Das Mikrofon M wird nun entlang der positiven x - Achse geführt. Der Vorgang beginnt bei P. Es werden dabei Druckschwankungen registriert.

1.2.1 Erläutern Sie die Entstehung der Druckmaxima und Druckminima!
Leiten Sie eine Gleichung zur Berechnung der Lage der Maxima her!

6 BE

1.2.2 Wieviele Maxima sind für den Bereich $x \geq 0$ feststellbar?
Geben Sie die Lage der Maxima an!

2 BE

1.2.3 Wie verändert sich die Anzahl der beobachtbaren Maxima, wenn die Luft im betrachteten Raumgebiet vollständig durch Kohlenstoffdioxid ($c_{\text{CO}_2} = 258 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) ersetzt wird?
Begründen Sie Ihre Aussage durch Rechnung!

4 BE

1.3 In einem weiteren Experiment wird nur die Schallquelle L_1 betrieben. Im Raumgebiet befindet sich wieder Luft. Das Mikrofon wird von P ausgehend mit der konstanten Geschwindigkeit $v_M = 6,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ entlang der positiven x - Achse bewegt.

1.3.1 Leiten Sie eine Gleichung zur Bestimmung der Frequenz f_M her, die vom Mikrofon empfangen wird!

3 BE

1.3.2 Berechnen Sie die Empfangsfrequenz f_M , wenn das Mikrofon mit der Geschwindigkeit v_M bewegt wird!

2 BE

1.4 Wird nun nur Schallquelle L_2 in Betrieb genommen und das Mikrophon auf der x - Achse mit der konstanten Geschwindigkeit v_M im Intervall $[-10 \text{ m} \leq x \leq 10 \text{ m}]$ bewegt, so verändert sich die Empfangsfrequenz stetig.

1.4.1 Stellen Sie eine Gleichung zur Bestimmung der Empfangsfrequenz $f_M(x)$ auf!

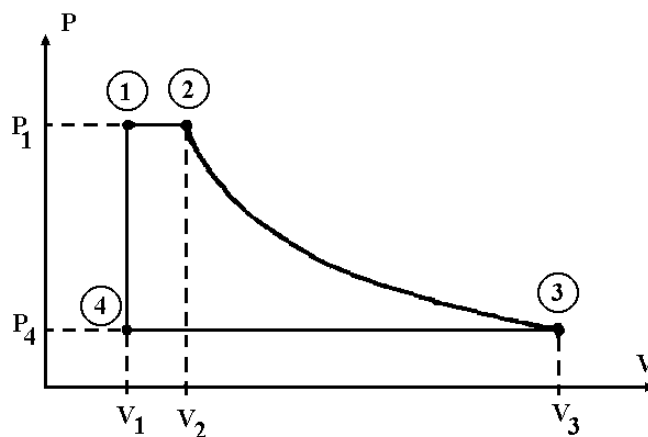
Zerlegen Sie dazu die Geschwindigkeit in zwei Komponenten, und begründen Sie kurz Ihre Lösung!

2 BE

1.4.2 Skizzieren Sie die Frequenzdifferenz $\Delta f(x) = f_L - f_M$ im angegebenen Intervall!

1 BE

2 In einer Wärmekraftmaschine läuft der im Diagramm dargestellte Kreisprozeß mit einem einatomigen idealen Gas im Uhrzeigersinn bei (1) beginnend ab.



Bekannt sind: $m = 4,1 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$

$$c_p = 5,2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$c_v = 3,2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$p_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa}; V_3 = 4 \cdot V_2; T_4 = 300 \text{ K}$$

Für die Isotherme gilt $T = 1600 \text{ K}$.

2.1 Geben Sie jeweils an, um welche Zustandsänderungen es sich handelt! Ermitteln Sie die Zustandsgrößen p , V und T für jeden der Zustände (1), (2), (3) und (4)!

5 BE

2.2 Stellen Sie in einem Diagramm qualitativ die Abhängigkeit des Volumens von der Temperatur für den gesamten Kreisprozeß graphisch dar! Kennzeichnen Sie die einzelnen Zustände!

2 BE

2.3 Bestimmen Sie für jede der Zustandsänderungen die Volumenarbeiten und Wärmen!

5 BE

2.4 Berechnen Sie den thermischen Wirkungsgrad dieser Maschine! Gehen Sie davon aus, daß die abgegebene Wärme nicht weiter genutzt werden kann!

2 BE

Experiment E1

Bestimmen Sie experimentell die Gitterkonstante eines vorgegebenen Beugungsgitters unter Verwendung von rotem und blauem Filterlicht!

Fertigen Sie ein vollständiges Protokoll an!

Fordern Sie die benötigten Geräte und Hilfsmittel beim Lehrer schriftlich an!

Hinweise:

1. Die im Experiment verwendeten Lichtfrequenzen werden Ihnen vom Fachlehrer mitgeteilt.
2. Das Protokoll soll enthalten:
 - Vorbetrachtung und Versuchsbeschreibung
 - Meßprotokoll
 - Auswertung
 - Fehlerbetrachtung
 - Ergebnis

15 BE

Experiment E2

Bestimmen Sie experimentell die spezifische Wärmekapazität eines festen metallischen Körpers! Die Wärmekapazität des Kalorimeters wird Ihnen bekanntgegeben.

Fertigen Sie ein vollständiges Protokoll an!

Fordern Sie die benötigten Geräte und Hilfsmittel beim Lehrer schriftlich an!

Hinweise:

Das Protokoll soll enthalten:

- Vorbetrachtung und Versuchsbeschreibung
- Meßprotokoll
- Auswertung
- Fehlerbetrachtung
- Ergebnis

15 BE

Experiment E3

Nehmen Sie experimentell die Entladekurve eines vorgegebenen Kondensators auf!

Bestimmen Sie die Kapazität des Kondensators!

Fertigen Sie ein vollständiges Protokoll an!

Fordern Sie die benötigten Geräte und Hilfsmittel beim Lehrer schriftlich an!

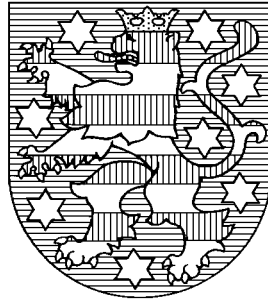
Hinweise:

Das Protokoll soll enthalten:

- Vorbetrachtung und Versuchsbeschreibung
- Meßprotokoll
- Auswertung
- Fehlerbetrachtung
- Ergebnis

15 BE

Thüringer Kultusministerium



Abiturprüfung 1996

Physik

als Leistungsfach
(Haupttermin)

Hinweise zur Vorbereitung der Experimente

Alle Experimente sind vom Lehrer vor der Prüfung auszuprobieren.

Folgende Experimente sind von den Prüfungsteilnehmern durchzuführen:

- E1 Bestimmen Sie experimentell die Gitterkonstante eines vorgegebenen Beugungsgitters unter Verwendung von rotem und blauem Filterlicht!
- E2 Bestimmen Sie experimentell die spezifische Wärmekapazität eines festen metallischen Körpers!
- E3 Nehmen Sie experimentell die Entladekurve eines vorgegebenen Kondensators auf!
Bestimmen Sie die Kapazität des Kondensators!

Hinweise zur Vorbereitung der einzelnen Experimente:

- E1 Die Frequenz der Farbfilter ist zu bestimmen.
Diese sind dem Schüler in der Prüfung vor Beginn des Experiments vom Lehrer mitzuteilen.
- E2 Die Wärmekapazität des Kalorimetergefäßes ist zu bestimmen.
Diese wird dem Schüler in der Prüfung vor Beginn des Experiments vom Lehrer mitgeteilt.
- E3 Die Kapazität sollte mindestens $100 \mu\text{F}$ betragen.
Der Widerstand ist so zu wählen, daß die Zeitkonstante in der Größenordnung von 5 s liegt.