

FREISTAAT THÜRINGEN

Kultusministerium



ABITURPRÜFUNG 2001

LEISTUNGSFACH

Physik (HAUPTTERMIN)

Arbeitszeit: 270 Minuten

Hilfsmittel: Taschenrechner (nicht programmierbar, nicht grafikfähig)
Tafelwerk

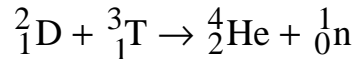
Der Prüfungsteilnehmer wählt von den Aufgaben A1, A2 und A3 **eine**
und
von den Experimenten E1, E2 und E3 **eines** zur Bearbeitung aus.

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

Öffnung am 07. Mai 2001

Aufgabe A1

- 1 In einem zukünftigen Fusionsreaktor soll die Reaktion



zur Energiegewinnung genutzt werden. Bei diesem Prozess werden 80% der frei gesetzten Energie in kinetische Energie der Neutronen umgesetzt.

Verwenden Sie für die nachfolgenden Rechnungen die angegebenen Atommassen:

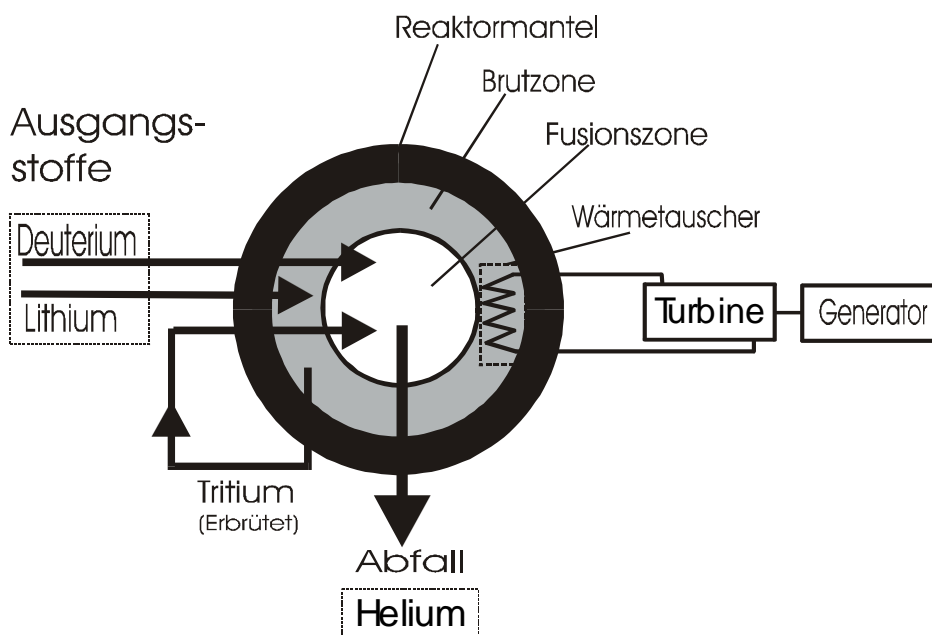
Nuklid	Atommasse
Deuterium (${}^2_1\text{D}$)	2,014102 u
Tritium (${}^3_1\text{T}$)	3,016049 u
Helium (${}^4_2\text{He}$)	4,002603 u
Lithium-7 (${}^7_3\text{Li}$)	7,016000 u
Neutron (${}^1_0\text{n}$)	1,008665 u

- 1.1 Berechnen Sie die kinetische Energie eines Neutrons!

Ergebnis: $E_{\text{kin}} = 2,26 \cdot 10^{-12} \text{ J}$

5 BE

- 1.2 Das Bild zeigt das vereinfachte Schema dieses zukünftigen Fusionsreaktors.



Im Inneren findet der angegebene Fusionsprozess statt. Die Neutronen gelangen in die Brutzone und werden abgebremst.

Die entstehende Wärme wird über einen Wärmetauscher an die Turbine weiter gegeben. An die Turbine ist ein Generator gekoppelt.

- 1.2.1 Begründen Sie, dass für den Reaktionsvorgang im Innern des Reaktors eine sehr hohe Temperatur erforderlich ist!

3 BE

- 1.2.2 Zum Ablauf der Reaktion müssen sich das Deuteriumatom und das Tritiumatom auf eine Entfernung von $r = 5 \cdot 10^{-15}$ m annähern.

Berechnen Sie die dazu notwendige Temperatur!

2 BE

- 1.3 Der Betrieb eines Kraftwerkes soll mit dem beschriebenen Fusionsreaktor erfolgen. Die elektrische Leistung des Kraftwerkes betrage $P = 1000$ MW. Die Turbine des Kraftwerkes hat den thermischen Wirkungsgrad $\eta = 35\%$.

- 1.3.1 Geben Sie die Anzahl der Fusionsvorgänge an, die nach einjähriger Betriebsdauer im Reaktor stattfinden!

Ergebnis: $N \approx 4 \cdot 10^{28}$

4 BE

- 1.3.2 Berechnen Sie die Masse Deuterium, die für einen einjährigen Betrieb des Kraftwerkes benötigt wird!

2 BE

- 1.4 In der Brutzone findet neben dem Wärmeaustausch das Erbrüten des zweiten Ausgangsproduktes Tritium statt. Dazu wird in die Brutzone Lithium eingebracht. Die Lithiumkerne ${}^7_3\text{Li}$ werden von den aus dem Zentrum kommenden Neutronen getroffen. Dabei entstehen Tritium und Helium.

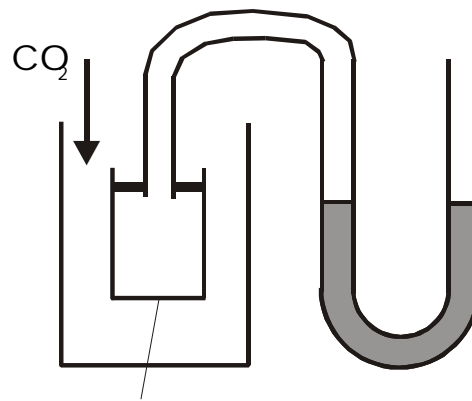
- 1.4.1 Stellen Sie die Reaktionsgleichung auf!

2 BE

- 1.4.2 Berechnen Sie die Masse Lithium, die für einen einjährigen Betrieb des Kraftwerkes benötigt wird!

2 BE

- 2 Bereits im 19. Jahrhundert wurde von Maxwell eine Geschwindigkeitsverteilung für die Teilchen des idealen Gases theoretisch voraus gesagt und 1920 von Stern experimentell bestätigt.
- 2.1 Skizzieren Sie die Graphen der Maxwell'schen Geschwindigkeitsverteilung von zwei Gasen mit verschiedenen Molekülmassen bei gleicher Temperatur und gleicher Teilchenzahl in einem Diagramm!
- 2.2 Begründen Sie den unterschiedlichen Verlauf der Graphen im Diagramm aus Aufgabe 2.1!
- 2.3 In einem Becherglas befindet sich ein poröser Tonzylinder, der mit Luft gefüllt ist. An ihm ist ein Flüssigkeitsmanometer angeschlossen. Die Flüssigkeitssäulen in beiden Schenkeln des U-Rohres stehen gleich hoch (s. Abb.).



Poröser
Tonzylinder

In das Becherglas wird Kohlendioxid eingeleitet. Die Versuchsanordnung und die Gase haben die gleiche Temperatur. Die relativen Molekülmassen betragen:

$$M_{r\text{Luft}} = 29, \quad M_{r\text{CO}_2} = 44$$

Luft und Kohlendioxid sind als ideales Gas zu betrachten.

- 2.3.1 Leiten Sie eine Gleichung zur Berechnung der mittleren quadratischen Geschwindigkeit der Gasmoleküle her!
- 2.3.2 Berechnen Sie die mittleren quadratischen Geschwindigkeiten der Gasmoleküle bei $\vartheta = 20^\circ\text{C}$!

4 BE

4 BE

4 BE

4 BE

2.3.3 Beschreiben Sie das Verhalten der Flüssigkeitssäulen im U-Rohr unmittelbar nach dem Einströmen des Kohlendioxids! Begründen Sie Ihre Aussage!

5 BE

2.3.4 Beschreiben Sie das Verhalten der Flüssigkeitssäulen im U-Rohr nach einer hinreichend langen Zeit! Begründen Sie Ihre Aussage!

4 BE

Aufgabe A2

1 Eine Vakuumphotozelle wird mit monochromatischem Licht bestrahlt. Dabei tritt unter bestimmten Bedingungen der Photoeffekt auf.

1.1 Nennen Sie einen beim Photoeffekt auftretenden experimentellen Befund, der mit dem Wellenmodell des Lichtes unvereinbar ist.

Erklären Sie diesen Befund mit dem Photonenmodell!

3 BE

1.2 Beschreiben Sie an Hand einer Skizze einen Versuchsaufbau zur Bestimmung der Austrittsarbeit von Elektronen aus Metallen und erklären Sie die Wirkungsweise der Anordnung!

5 BE

1.3 Erklären Sie, dass mit dem Versuchsaufbau nach Aufgabe 1.2 nur die minimale Austrittsarbeit der Elektronen bestimmt wird!

2 BE

1.4 Bei einem Versuch mit der Gegenfeldmethode wurden folgende Messwerte ermittelt:

Frequenz f in 10^{14} Hz	5,19	5,49	6,88
Spannung U in V für $I_{\text{ph}} = 0$ A	0,20	0,32	0,89

1.4.1 Zeichnen Sie die Einstein'sche Gerade!

2 BE

1.4.2 Bestimmen Sie mit Hilfe der Einstein'schen Geraden die Austrittsarbeit!

Geben Sie an, aus welchem Material die Photokathode bestehen könnte!

2 BE

1.4.3 Zeichnen Sie einen zweiten möglichen Graphen in das Diagramm der Aufgabe 1.4.1 für ein Kathodenmaterial mit einer höheren Austrittsarbeit ein!

2 BE

- 1.5 Beim Photoeffekt gelten die Erhaltungssätze für Energie und Impuls.

Zur Demonstration der Größenverhältnisse der Impulse wird nachfolgend eine Photokathode aus Cäsium ($W_A = 1,94 \text{ eV}$) betrachtet, die mit Photonen der Energie $E_{\text{ph}} = 2,85 \text{ eV}$ bestrahlt wird. Bei diesem Vorgang werden Photoelektronen mit der maximalen kinetischen Energie $E_{\text{kin}} = 0,91 \text{ eV}$ nachgewiesen.

- 1.5.1 Berechnen Sie den Betrag des Impulses eines einfallenden Photons und den eines mit maximaler kinetischer Energie $E_{\text{kin}} = 0,91 \text{ eV}$ emittierten Elektrons!

Vergleichen Sie die beiden Impulsbeträge!

4 BE

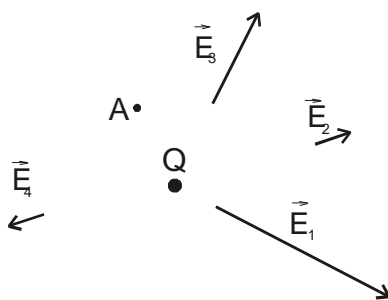
- 1.5.2 Genauere Vorstellungen gehen davon aus, dass man den Photoeffekt als einen Stoß zwischen einem Photon und einem an ein Atom gebundenes Elektron auffassen kann. Dabei wird Energie sowohl auf das Elektron als auch auf das Restatom übertragen.

Berechnen Sie die Energie, die bei diesem Vorgang auf das Cäsiumatom übertragen wird!

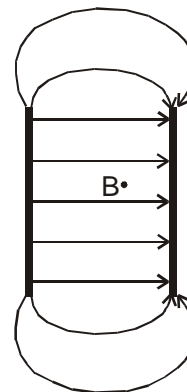
Begründen Sie, warum die vom Restatom des Cäsiums aufgenommene Energie in der Energiebilanz des Photoeffekts im Allgemeinen keine Berücksichtigung findet.

4 BE

- 2 Die Abbildungen zeigen den Feldlinienverlauf verschiedener elektrostatischer Felder.



Feld 1



Feld 2

- 2.1 Formulieren Sie je zwei Aussagen zu den beiden dargestellten Feldern!

4 BE

- 2.2 An die Orte A und B werden negative Probeladungen gebracht, die sich zunächst in Ruhe befinden.

Beschreiben Sie, wie sich die Probeladungen in den jeweiligen Feldern bewegen!

Begründen Sie Ihre Aussagen!

Die Gravitationskraft kann vernachlässigt werden.

4 BE

- 3 In der folgenden Aufgabe werden mehrere Experimente mit einem luftgefüllten Plattenkondensator beschrieben. Für die Kraft, mit der sich die Kondensatorplatten anziehen, gilt

$$F = \frac{\epsilon_0 \cdot A \cdot U^2}{2 \cdot d^2}.$$

- 3.1 Im ersten Experiment wird ein Plattenabstand $d_1 = 2$ mm eingestellt. Nach dem Ladevorgang ($U_1 = 100$ V) trägt der Kondensator die Ladung $Q_1 = 20$ nC.

- 3.1.1 Berechnen Sie die Fläche einer Kondensatorplatte!

2 BE

- 3.1.2 Berechnen Sie die Energie, die im Kondensator gespeichert ist!

2 BE

- 3.2 Im zweiten Experiment wird bei angeschlossener Spannungsquelle der Plattenabstand verändert.

- 3.2.1 Ermitteln Sie die Abhängigkeit zwischen Anziehungskraft und Plattenabstand!

2 BE

- 3.2.2 Ermitteln Sie die Abhängigkeit zwischen gespeicherter Energie und Plattenabstand!

2 BE

- 3.3 Im dritten Experiment wird der Kondensator vor der Veränderung des Plattenabstandes von der Spannungsquelle getrennt.

- 3.3.1 Begründen Sie, dass die Anziehungskraft zwischen den Platten unabhängig vom Plattenabstand ist!

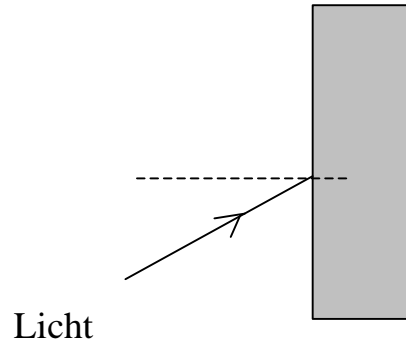
3 BE

- 3.3.2 Ermitteln Sie einen Zusammenhang zwischen der gespeicherten Energie und dem Plattenabstand!

2 BE

Aufgabe A3

- 1 Auf einen Glasquader trifft eine monochromatische Lichtwelle. Die gesamte Anordnung befindet sich in Luft.



- 1.1 Formulieren Sie das Huygens'sche Prinzip!

1 BE

- 1.2 Leiten Sie das Brechungsgesetz unter Verwendung des Huygens'schen Prinzips an Hand einer Skizze her!

4 BE

- 1.3 Berechnen Sie die Ausbreitungsgeschwindigkeit und die Wellenlänge der Lichtwelle im Glas!

Die Frequenz des Lichtes ist $f = 5,26 \cdot 10^{14}$ Hz. Das Glas hat die Brechzahl $n = 1,63$.

2 BE

- 1.4 Vergleichen Sie den Einfallswinkel der Welle mit dem Winkel, unter dem die durchgehende Welle den Quader auf der Rückseite wieder verlässt!

Begründen Sie Ihre Antwort!

2 BE

- 1.5 Durch Variation des Einfallswinkels an der Grenzfläche Luft – Glas kann erreicht werden, dass die reflektierte Lichtwelle vollständig linear polarisiert ist.

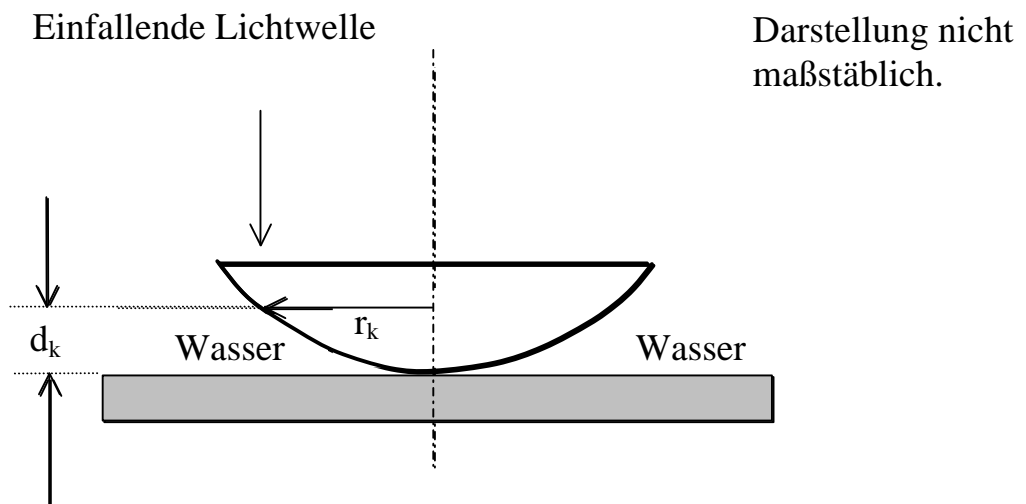
Berechnen Sie den Einfallswinkel, bei dem das reflektierte Licht vollständig linear polarisiert ist!

2 BE

- 2 Eine plankonvexe Linse aus Glas wird mit der gekrümmten Seite auf eine planparallele Glasplatte gelegt. Das System wird senkrecht zur planen Oberfläche der Linse mit monochromatischem Licht der Wellenlänge λ bestrahlt. Im reflektierten und im durchgehenden Licht beobachtet man abwechselnd helle und dunkle konzentrische Kreise (Newton'sche Ringe).

Die gesamte Anordnung befindet sich in Wasser mit der Brechzahl $n_W = 1,33$. Die Linse und die planparallele Glasplatte bestehen aus leichtem Kronglas mit der Brechzahl $n_G = 1,65$.

Die nachfolgenden Betrachtungen beziehen sich ausschließlich auf die Newton'schen Ringe im reflektierten Licht.



d ... Dicke des Keils an der Auftreffstelle des Lichtbündels
 r_k ... Radius des k - ten Ringes

- 2.1 Erklären Sie die Entstehung der Newton'schen Ringe!
- 2.2 Geben Sie eine Gleichung zur Berechnung des optischen Gangunterschiedes in Abhängigkeit von der Wellenlänge λ , der Brechzahl des Wassers n_W und der Dicke d der Schicht an!
- 2.3 Berechnen Sie die Dicke d der keilförmigen Schicht im Bereich des zweiten hellen Ringes für Licht der Wellenlänge $\lambda = 570 \text{ nm}$!

4 BE

2 BE

2 BE

3 Von einem radioaktiven Präparat X ist bekannt, dass es negativ geladene Teilchen mit verschiedenen Geschwindigkeiten emittiert. Eine der Konsequenzen aus den Postulaten der speziellen Relativitätstheorie ist die Existenz einer dynamischen Masse. Die relativistische Massenzunahme soll in dieser Aufgabe erst ab 10% der Lichtgeschwindigkeit berücksichtigt werden.

3.1 Beschreiben Sie an Hand einer Skizze eine Anordnung, die nur Teilchen einer bestimmten Geschwindigkeit passieren lässt! Erklären Sie die Wirkungsweise der Anordnung!

5 BE

3.2 Zur Identifikation der von X emittierten Teilchen soll ihre spezifische Ladung q/m in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit v bestimmt werden. Skizzieren Sie einen dafür geeigneten Versuchsaufbau! Erklären Sie die Wirkungsweise der Anordnung!

5 BE

3.3 Für relativistisch bewegte Teilchen kann die spezifische Ladung q/m unter Nutzung der Gleichung für die dynamische Massenabhängigkeit wie folgt dargestellt werden:

$$\left(\frac{q}{m}\right)^2 = -\left(\frac{q}{m_0}\right)^2 \cdot \left(\frac{v}{c}\right)^2 + \left(\frac{q}{m_0}\right)^2.$$

Leiten Sie diese Gleichung her!

2 BE

3.4 Bei einem Versuch mit dem radioaktiven Präparat X wurden folgende Messwerte ermittelt:

v/c	0,52	0,62	0,72	0,80	0,86
q/m in 10^{11} As/kg	1,5	1,4	1,2	1,1	0,90

3.4.1 Unter Beachtung der in 3.3 hergeleiteten Beziehung ist es sinnvoll, $(q/m)^2$ als Funktion von $(v/c)^2$ darzustellen. Stellen Sie diese Messwerte in einem Diagramm dar! Begründen Sie unter Verwendung der Gleichung aus Aufgabe 3.3, dass der Graph das Bild einer linearen Funktion ist!

3 BE

3.4.2 Bestimmen Sie aus der graphischen Darstellung näherungsweise die spezifische Ladung für $v = 0$ m/s!

3 BE

- 4 In einem Experiment durchläuft β^- -Strahlung von Thallium (^{204}Tl) ein homogenes Magnetfeld. Ein Teil dieser Strahlung beschreibt einen Kreisbogen mit dem Radius $r = 5,7 \text{ cm}$, wenn die magnetische Flussdichte $B = 6,0 \cdot 10^{-2} \text{ Vs} \cdot \text{m}^{-2}$ beträgt.

Die β^- -Strahlung ist relativistisch zu betrachten.

- 4.1 Berechnen Sie die Geschwindigkeit dieser Teilchen!

3 BE

- 4.2 Die maximale kinetische Energie der vom Thallium ausgesendeten Teilchen beträgt $E = 0,77 \text{ MeV}$.
Ermitteln Sie die Geschwindigkeit der schnellsten Teilchen beim Verlassen des Kerns!

3 BE

- 4.3 Erklären Sie die unterschiedlichen Ergebnisse in den Teilaufgaben 4.1 und 4.2!

2 BE

Experiment E1

Bestimmen Sie die Wellenlänge von Filterlicht in einem Interferenzversuch mit einem optischen Gitter!

Folgende Geräte und Hilfsmittel stehen zur Verfügung:

- optische Leuchte (mit Kondensator)
- Stromversorgungsgerät
- Schirm
- Lineal
- Sammellinse mit der Brennweite $f = 10 \text{ cm}$
- optisches Gitter mit bekannter Gitterkonstante
- Farbfilter
- Stativmaterial
- Diahalter
- Doppelkeilspalt
- Spaltblende

Hinweis:

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

Das Protokoll soll enthalten:

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

15 BE

Experiment E2

Bestimmen Sie die Induktivität einer Spule mit Eisenkern!

Folgende Geräte und Hilfsmittel stehen zur Verfügung:

- Schülerstromversorgungsgerät mit Gleich- und Wechselspannungsausgang ($f = 50 \text{ Hz}$)
- zwei Vielfachmessgeräte
- die zu untersuchende Spule mit Eisenkern
- drei Kondensatoren der Kapazität $C_1 = 1 \mu\text{F}$ und zwei Kondensatoren der Kapazität $C_2 = 4 \mu\text{F}$
- ein ohmscher Widerstand $R_1 = 50 \Omega$ und ein ohmscher Widerstand $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$
- Potentiometer
- Verbindungsleiter

Hinweis:

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

Das Protokoll soll enthalten:

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

15 BE

Experiment E3

Bestimmen Sie die Anfangsgeschwindigkeit eines durch ein Wurfgerät waagrecht geworfenen Körpers und die Federkonstante der für den Wurf benutzten Schraubenfeder!

Hinweis: Im entspannten Zustand hat die Feder keine Vorspannung.

Folgende Geräte und Hilfsmittel stehen zur Verfügung:

- Federwurfgerät
- Wurfkörper
- Waage
- Lineal
- Stoppuhr
- Blaupapier
- Stativmaterial

Hinweis:

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

Das Protokoll soll enthalten:

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

15 BE
