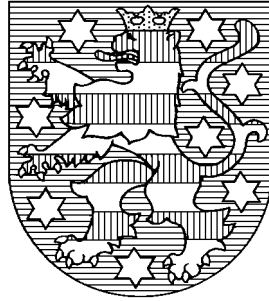


Thüringer Kultusministerium



Abiturprüfung 1995

Physik

als Leistungsfach
(Haupttermin)

Nicht für den Prüfungsteilnehmer bestimmt

1 Hinweise zur Korrektur

Die Korrekturhinweise enthalten keine vollständigen Lösungen, sondern nur kurze Angaben zur erwarteten Schülerleistung.

Nicht genannte, aber gleichwertige Lösungswege und Begründungsansätze sind gleichberechtigt.

Für richtig vollzogene Teilschritte, in die falsche Zwischenergebnisse eingegangen sind, wird im allgemeinen die vorgegebene Anzahl der Bewertungseinheiten vergeben, jedoch ist bei sinnlosem Ergebnis eine Bewertungseinheit abzuziehen.

Die den einzelnen Aufgabenabschnitten zugeordneten Bewertungseinheiten bringen das relative Gewicht der einzelnen Aufgabenabschnitte innerhalb einer Aufgabe zum Ausdruck.

Die Einschätzung der erbrachten Schülerleistung hat sich an der jeweils festgelegten maximal erreichbaren Zahl an Bewertungseinheiten zu orientieren.

Bei jeder Aufgabe sind maximal 60 Bewertungseinheiten (BE)

erreichbar.

2 Hinweise zur Bewertung

Aufgabe 1

- 1.1 Übergang eines Elektrons von einem höheren zu einem niederen Energieniveau

$$\text{Energieabgabe } \Delta E = h \cdot f$$

4 BE

- 1.2 3 Annahmen

Nach Rutherford sind beliebige Energiewerte der Elektronen zulässig.
Bei der Emission tritt keine Quantelung auf.

5 BE

- 1.3 $\lambda = 589\text{nm}$

$$\Delta E = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda} = 2,11\text{eV}$$

$$\overline{E_{\text{kin}}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \overline{v^2} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T = 0,19\text{ eV}$$

4 BE

- 1.4 $2,11\text{ eV} > 0,19\text{ eV}$

Kein Widerspruch

Begründung mit der Maxwellschen Geschwindigkeitsverteilung

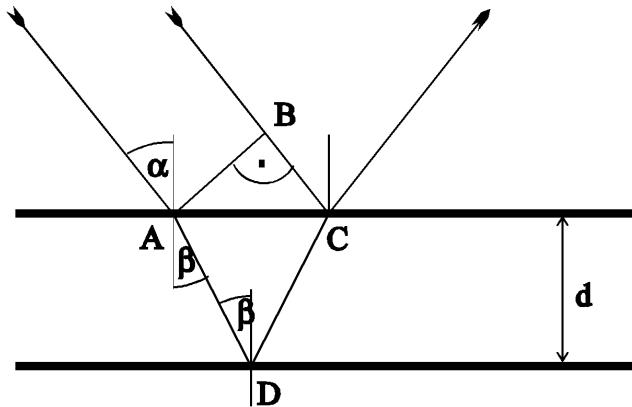
Es existieren genügend Gasteilchen, deren kinetische Energie mindestens dem Anregungswert entspricht.

5 BE

- 1.5 Durch die Länge des Wellenzuges ist die zeitliche Phasenbedingung für die Kohärenz nicht erfüllt.

4 BE

2.1



4 BE

2.2 Beim Übergang von einem Medium 1 mit der Brechzahl n_1 in ein Medium 2 mit einer von n_1 verschiedenen (größeren) Brechzahl erfolgt eine Änderung der Wellenlänge. Damit paßt auf die geometrische Weglänge L im Medium 2 eine größere Anzahl von Wellenzügen. Das bedeutet eine scheinbare Vergrößerung des Weges s . Die Phasendifferenz zweier Wellen ändert sich, wenn diese den gleichen Weg s in unterschiedlichen Medien durchlaufen.

5 BE

$$2.3 \quad \Delta L' = n \cdot (\overline{AD} + \overline{DC}) - \overline{BC}$$

$$\Delta L' = 2 \cdot n \cdot \overline{AD} - \overline{BC}$$

$$\Delta L' = 2 \cdot n \cdot \frac{d}{\cos \beta} - 2 \cdot d \cdot \tan \beta \cdot n \cdot \sin \beta = 2 \cdot n \cdot d \cdot \cos \beta$$

mit $\sin \alpha = n \cdot \sin \beta$ und unter Beachtung des Phasensprunges gilt

$$\Delta L = 2 \cdot d \cdot \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} + \frac{\lambda}{2}$$

6 BE

$$2.4 \quad \alpha = 30^\circ \quad k = 1 \quad \Delta L = \frac{3}{2} \lambda$$

$$\frac{3}{2} \lambda = 2 \cdot d \cdot \sqrt{n^2 - \sin^2 30^\circ} + \frac{\lambda}{2}$$

$$d = 2,1 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

3 BE

2.5 z.B. Oberflächenvergütung von Linsen

1 BE

2.6 $\Delta x = 9,7 \cdot 10^{-8} \text{ m}$

2 BE

2.7 Für vorgegebene Schwingungsebene existiert in diesem Fall kein reflektierter Strahl, weil die Summe von Einfallswinkel und Brechungswinkel $\pi/2$ beträgt (Gesetz von Brewster).

2 BE

3. Vorbetrachtung mit:

$$\sin \alpha = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

$$\sin \beta = \frac{x'}{\sqrt{x'^2 + y^2}}$$

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{x}{x'} \cdot \sqrt{\frac{x'^2 + y^2}{x^2 + y^2}};$$

Meßprotokoll

Auswertung

Fehlerbetrachtung

Ergebnis

Hinweis:

Der Versuch ergibt in guter Näherung $n = 1,33$,
wobei Werte im Intervall $1,1 \leq n \leq 1,5$ zulässig sind.

15 BE

Aufgabe 2

$$1.1 \quad d = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \quad \text{mit} \quad t = \frac{1}{v_1}$$

$$d = \frac{1}{2} g \frac{1^2}{v_1^2}$$

$$v_1 = 1 \sqrt{\frac{g}{2d}}$$

5 BE

$$1.2 \quad v_1 = 522 \cdot \text{ms}^{-1}$$

$$\overline{E_{\text{kin}}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \overline{v_1^2} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T_1$$

$$m = A \cdot u = 2,2 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$$

$$\overline{v_1^2} = \frac{3 \cdot k \cdot T_1}{m}$$

$$\overline{v_1} = 0,92 \sqrt{\overline{v_1^2}} = 522 \cdot \text{ms}^{-1}$$

5 BE

$$1.3 \quad p = 1,15 \cdot 10^{-22} \text{ Ns}$$

3 BE

1.4 Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung

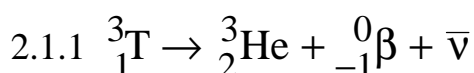
Verteilung nähert sich für große positive z - Werte asymptotisch der z - Achse.

Hinweis: Fehlt in der Lösung dieser Teil, wird 1 BE nicht erteilt.

Atome mit $v > \overline{v}$ treffen im Intervall $0 < z < d$ auf.

Superpositionsprinzip für die Geschwindigkeitskomponenten v_x und v_z

7 BE



4 BE

$$2.1.2 \quad N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T}$$

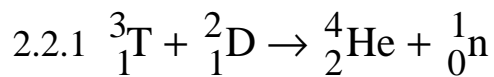
$$\frac{N(t)}{N_0} = e^{-\lambda \cdot t}$$

$$\frac{N(t)}{N_0} = 0,28$$

$$\ln \frac{N(t)}{N_0} = -\lambda \cdot t$$

$$t = 22,5a$$

5 BE

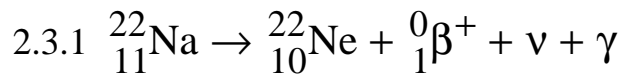


3 BE

$$2.2.2 \quad \Delta m = m(\text{T}) + m(\text{D}) + m(400\text{keV}) - m(\text{He}) - m(\text{n})$$

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = 17,99\text{MeV}$$

5 BE



4 BE

2.3.2 Auf Grund diskreter Energiezustände bei Kernprozessen müßten auch beim

β - Zerfall diskrete Energiewerte der emittierten Teilchen auftreten.

Der β -Zerfall liefert jedoch ein kontinuierliches Energiespektrum.

Das Neutrino ist notwendig, um die Gültigkeit des Energieerhaltungssatzes zu sichern.

4 BE

3. Vorbetrachtung mit Versuchsbeschreibung

$$F = -m \cdot \ddot{s} \qquad s = s_m \cdot \cos(\omega t)$$

$$k \cdot s = -m \cdot \ddot{s} \qquad \dot{s} = -s_m \cdot \omega \cdot \sin(\omega t)$$

$$s = -\frac{m}{k} \cdot \ddot{s} \qquad \ddot{s} = -s_m \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega t)$$

$$s_m \cdot \cos(\omega t) = \frac{m}{k} \cdot s_m \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega t)$$

$$1 = \frac{m}{k} \cdot \omega^2$$

$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

Meßprotokoll

Auswertung

Fehlerbetrachtung

Ergebnis

15 BE

Aufgabe 3

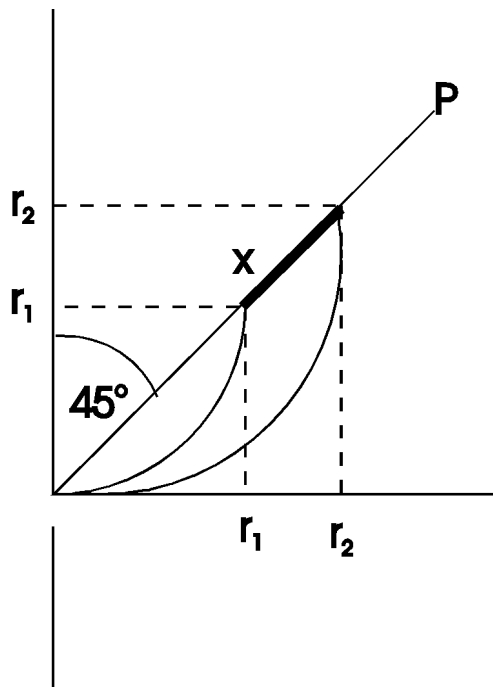
- 1.1.1 Aufbau entspricht einem Geschwindigkeitsfilter.
Erklären des Einflusses der Felder auf die Teilchenbewegung

5 BE

1.1.2 $v_0 = \frac{E}{B} = 5 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}$

2 BE

- 1.1.3



$$x^2 = (r_2 - r_1)^2 + (r_2 - r_1)^2$$

$$x = \sqrt{2} \cdot (r_2 - r_1)$$

$$r_1 = \frac{m_1 \cdot v_0}{q \cdot B_2} \quad r_2 = \frac{m_2 \cdot v_0}{q \cdot B_2} \quad \text{mit} \quad m_2 = 2m_1$$

$$r_2 = \frac{2 \cdot m_1 \cdot v_0}{q \cdot B_2} = 2 \cdot r_1$$

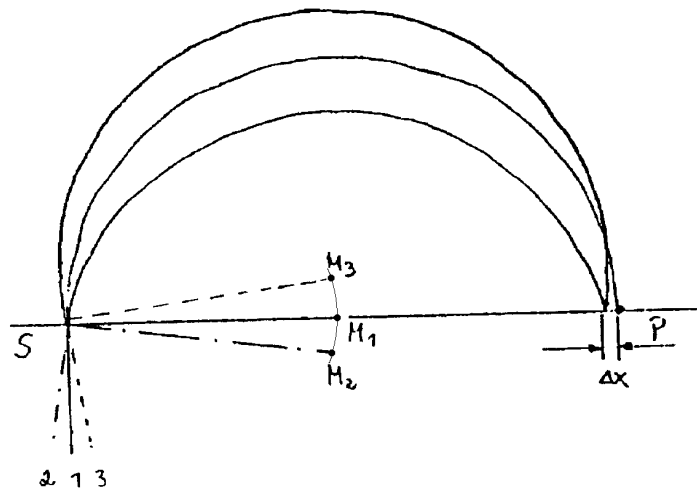
$$x = \sqrt{2} \cdot r_1 = \sqrt{2} \cdot \frac{m_1 \cdot v_0}{q \cdot B_2} = 16,3 \text{ cm}$$

9 BE

$$1.1.4 \quad \frac{q}{m} = \frac{v_0}{r_1 \cdot B_2} = 4,6 \cdot 10^6 \frac{\text{As}}{\text{kg}}$$

2 BE

1.2.1



Die Ionen des mittleren Strahls kommen in P an, die Ionen der Strahlen 2 und 3 immer links von P.

3 BE

1.2.2. Ansatz:

$$\frac{q}{m} = \frac{v_0}{r_1 \cdot B_2} \quad v_0 = \sqrt{2 \cdot U \cdot \frac{q}{m}}$$

4 BE

1.2.3 Mit $m \sim d^2$ gilt:

$$\Delta m = m_2 - m_1 = k \cdot (d_2^2 - d_1^2)$$

$$\Delta m = k \cdot (d_2 - d_1) \cdot (d_2 + d_1) \quad \text{mit} \quad d_1 + d_2 \approx 2 \cdot d_2$$

$$\Delta m \approx 2 \cdot k \cdot d_2 \cdot \Delta d$$

$$\Delta d = \frac{\Delta m \cdot}{2 \cdot k \cdot d_2} \quad \text{mit} \quad k = \frac{m_2}{d_2^2}$$

4 BE

1.2.4 $\Delta d = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}$

$\Delta d > \Delta x$; Trennung möglich

2 BE

2.1 $p = m \cdot u = B \cdot e \cdot r = 7,7 \cdot 10^{-17} \frac{\text{N}}{\text{s}}$

2 BE

2.2

$$E_{\text{kin}} = m \cdot c^2 - m_0 \cdot c^2$$

$$\frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} = \frac{E_{\text{kin}} + m_0 \cdot c^2}{c^2}$$

Auflösen nach u (siehe Aufgabenstellung)

4 BE

2.3.1

$$m \cdot u = B \cdot e \cdot r$$

$$\frac{E_{\text{kin}} + m_0 \cdot c^2}{c^2} \cdot \frac{c \cdot \sqrt{E_{\text{kin}}^2 + 2 \cdot E_{\text{kin}} \cdot m_0 \cdot c^2}}{E_{\text{kin}} + m_0 \cdot c^2} = B \cdot e \cdot r$$

$$E_{\text{kin}}^2 + 2 \cdot E_{\text{kin}} \cdot m_0 \cdot c^2 - (B \cdot e \cdot r \cdot c)^2 = 0$$

$$E_{\text{kin}} = -m_0 \cdot c^2 + \sqrt{(m_0 \cdot c^2)^2 + (B \cdot e \cdot r \cdot c)^2}$$

Das Minuszeichen vor der Wurzel entfällt, da die kinetische Energie stets positiv ist.

3 BE

2.3.2 Klassisch: $E_{\text{kin,klassisch}} = \frac{1}{2} B \cdot e \cdot r \cdot u$

Relativistisch: siehe 2.3.1

Mit den vorgegebenen Werten ergibt sich näherungsweise

$$E_{\text{kin,klassisch}} = \frac{1}{2} E_{\text{kin}}$$

Begründung

3 BE

3. Vorbetrachtung mit Angabe der Schaltung und Versuchsbeschreibung
 Meßprotokoll
 Bestimmung von R_g und Z
 Ermittlung der Phasenverschiebung
 Zeigerbild
 Ermittlung von L
 Auswertung
 Fehlerbetrachtung
 Ergebnis

17 BE

3 Tabelle zur Ermittlung der Gesamtnote

Bewertungseinheiten	Notenpunkte	Note
58 - 60	15	1+
54 - 57	14	1
51 - 53	13	1-
48 - 50	12	2+
44 - 47	11	2
41 - 43	10	2-
38 - 40	9	3+
34 - 37	8	3
31 - 33	7	3-
28 - 30	6	4+
25 - 27	5	4
22 - 24	4	4-
19 - 21	3	5+
15 - 18	2	5
11 - 14	1	5-
0 - 10	0	6