

Aufgaben. Erstl.

R.

KULTUSMINISTERIUM DES LANDES SACHSEN-ANHALT

Vollk. Lehrplan

Tu



ABITURPRÜFUNG 1995

Physik

Grundkurs

Arbeitszeit: 210 Minuten

Thema I

Energie

Thema II

Bewegungen

Thema III

Quanten, Ladungen, Felder

Prüfungsaufgabe 1: Energie

BE

1. Energetik von Phasenumwandlungen

Die Erwärmung von 1,5 kg Eis und die sich anschließende Erwärmung des Wassers bis zu seiner vollständigen Verdampfung verlaufen (idealisiert) nach folgendem Diagramm:

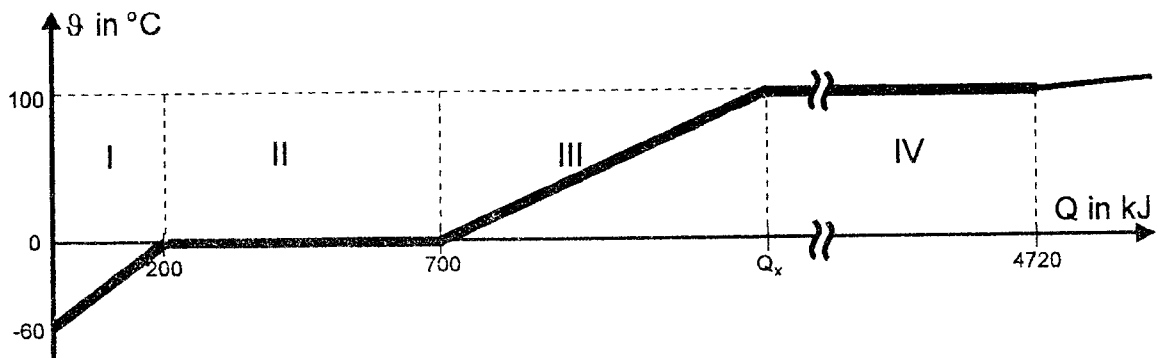


Diagramm nicht maßstäblich

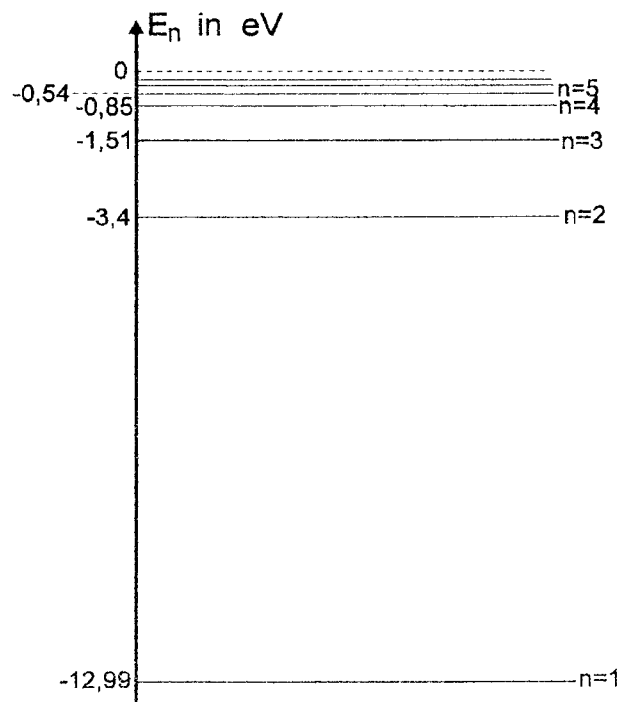
- 1.1 Begründen Sie den konstanten Temperaturverlauf während des Schmelzens und während des Verdampfens.
- 1.2 Die spezifische Wärmekapazität des Wassers möge im gesamten flüssigen Bereich konstant $4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ sein. Berechnen Sie die während der Erwärmung von Wasser (Abschnitt III) zugeführte Wärme, wenn angenommen wird, daß das Gefäß keine Wärme aufnimmt. Wie groß ist die bis zum Ende des Abschnitts III insgesamt zugeführte Wärme Q_x (siehe Diagramm)?
- 1.3 Berechnen Sie unter Nutzung des Diagramms die spezifische Schmelzwärme des Eises und die spezifische Verdampfungswärme des Wassers.
- 1.4 Die spezifische Wärmekapazität des (flüssigen) Wassers ist eine der höchsten spezifischen Wärmekapazitäten aller in der Natur vorkommenden Stoffe. Begründen Sie daraus die besondere Bedeutung des Wassers an je einem Beispiel aus Natur und Technik.

BE

2. Energetik der Lichtemission und -absorption

Die unten stehende Skizze zeigt das Energieniveauschema des Wasserstoffatoms.

- 2.1 Begründen Sie, warum die Spektren leuchtender atomarer Gase Linienspektren sind.
- 2.2 Berechnen Sie die Energie eines Photons, welches beim Übergang vom Niveau $n = 4$ auf $n = 2$ entsteht. Welche Farbe kann diesem Licht zugeordnet werden? Nennen Sie einen Übergang, bei dem ultraviolettes Licht entsteht. Begründen Sie Ihre Aussage durch eine Berechnung.



- 2.3 Die Kathode einer Photozelle wird mit Licht verschiedener Frequenzen bestrahlt. Es werden Photoelektronen emittiert. Erläutern Sie anhand einer geeigneten Skizze einen Versuch zur experimentellen Bestimmung der Energie der von der Kathode emittierten Elektronen. Eine Meßreihe des genannten Versuchs führt zur sogenannten "Einsteinschen Geraden". Skizzieren Sie diese, und erläutern Sie deren Verlauf, indem Sie ausführlich auf die energetischen Vorgänge bei der Absorption der Photonen und der Emission der Photoelektronen eingehen. Tragen Sie in die Skizze auch die Austrittsarbeit W_A des Kathodenmaterials ein.

19

BE

3. Energetik einer mechanischen Bewegung

Eine Stahlkugel mit einer Masse von 500g rollt reibungsfrei eine geneigte Ebene hinab.

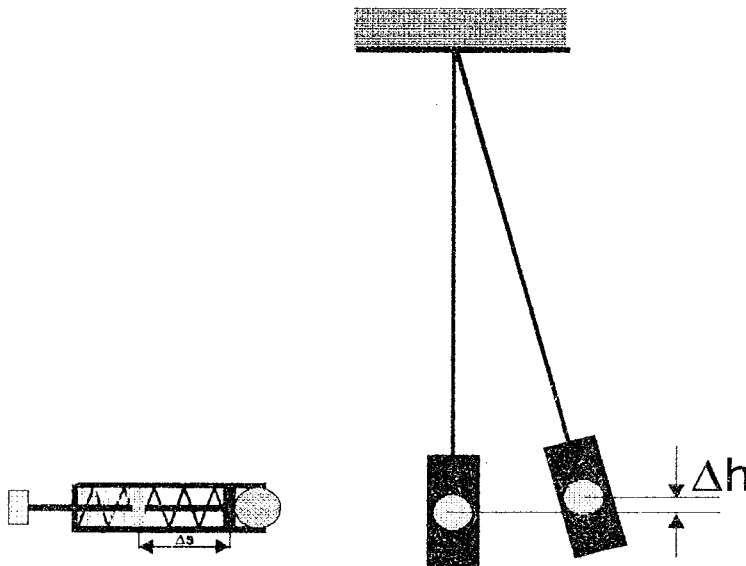
($h = 0,45 \text{ m}$; $l = 1,75 \text{ m}$)

Leiten Sie mit Hilfe des Energieerhaltungssatzes eine Gleichung für die Endgeschwindigkeit am Fußpunkt einer geneigten Ebene her, und berechnen Sie diese Geschwindigkeit für die gegebene geneigte Ebene.

6

4. Energetik mechanischer Stöße

Die Feder eines Schußapparats für Lehrzwecke wird um Δs gespannt. Das Geschöß der Masse 70 g dringt in das Geschößpendel der Masse 120 g ein und lenkt es so aus, daß es um $\Delta h = 3,5 \text{ cm}$ angehoben wird.



Erläutern Sie qualitativ alle Energieumwandlungen beim Entspannen der Feder und beim Eindringen in den Pendelkörper bis zum Heben des Körpers um die Höhe Δh .

Berechnen Sie die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses beim Verlassen des Schußapparates unter Vernachlässigung der thermischen Energie.

11

Prüfungsaufgabe 2: Bewegungen

BE

1. Geradlinige Bewegung

Die Fahrt eines Pkw ist in der folgenden Wertetabelle beschrieben. Es werden zunächst eine geradlinige Bewegung und eine gleichmäßige Änderung der Geschwindigkeit zwischen den Meßpunkten angenommen. Die Masse des Pkw sei 1050 kg.

| | | | | | | | | |
|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| t in s | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 37 |
| v in km/h | 50 | 50 | 75 | 90 | 90 | 90 | 90 | 0 |

1.1 Zeichnen Sie das zugehörige v-t-Diagramm. ✓

Welche Bewegungsarten liegen in den einzelnen Phasen vor?

Berechnen Sie die zugehörigen Beschleunigungen, und zeichnen Sie das entsprechende a-t-Diagramm. ✓

1.2 Berechnen Sie den im betrachteten Zeitraum zurückgelegten Weg. ✓

1.3 Welche Motorleistung ist ohne Berücksichtigung der Reibung in den Beschleunigungsphasen ($a > 0$) zur Erreichung der jeweiligen Endgeschwindigkeit erforderlich? Berechnen Sie die Bremskraft des Fahrzeuges im letzten Intervall.

1.4 Die Bremsscheiben des Pkw bestehen aus Stahl und haben insgesamt eine Masse von 20 kg. Die Temperatur vor dem Bremsvorgang beträgt 20°C . Welche Temperatur stellt sich nach dem Bremsvorgang ein, wenn aufgrund der kurzen Bremsdauer keine Wärme an die Umgebung abgegeben wird?

24

2. Reibung und Impuls

2.1 Ein Geschoß mit einer Masse von 5 g trifft auf einen 250 g schweren Holzklötz, der dadurch auf einer ebenen Holzplatte ($\mu_G = 0,3$) 3 m weit rutscht. Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Geschosses.

2.2 Die Holzplatte wird in einem weiteren Versuch so geneigt, daß der Holzklötz zu gleiten beginnt. Berechnen Sie den Neigungswinkel, wenn die Haftreibungszahl $\mu_H = 0,5$ beträgt.

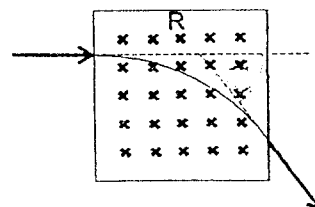
8

BE

3. Bewegung geladener Teilchen

3.1 Beschreiben Sie den Aufbau und erklären Sie die Wirkungsweise einer Elektronenstrahlröhre. Berechnen Sie die erforderliche Beschleunigungsspannung für die Endgeschwindigkeit $v_e = 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ der Elektronen beim Passieren der Anode.

3.2 Der in Teilaufgabe 3.1 betrachtete Elektronenstrahl tritt nun in einen Raumbereich R ein, der von einem homogenen Magnetfeld der Flußdichte $B = 0,50 \text{ mT}$ erfüllt ist, das senkrecht zur Flugrichtung der Elektronen verläuft (siehe Skizze).



Erläutern Sie, warum die Elektronen im Magnetfeld den Betrag ihrer Geschwindigkeit nicht ändern.

Berechnen Sie den Radius r und die Winkelgeschwindigkeit ω der Kreisbahnbewegung der Elektronen.

3.3 Im Raumbereich R wird nun zusätzlich zum magnetischen Feld ein homogenes elektrisches Feld erzeugt, dessen Feldstärke so reguliert ist, daß die Elektronen mit der Geschwindigkeit v keinerlei Ablenkung erfahren.

Bestimmen Sie den Betrag des hierzu erforderlichen elektrischen Feldes.

Übertragen Sie die Abbildung auf Ihr Arbeitsblatt und zeichnen Sie das Feldlinienbild des hierzu benötigten elektrischen Feldes ein.

Wie läßt sich mit dieser Anordnung der beiden Felder überprüfen, ob die Elektronen des Strahls einheitliche Geschwindigkeit haben?

18

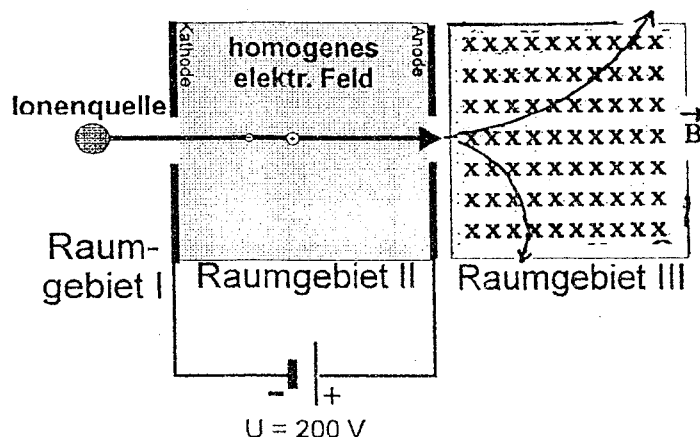
Prüfungsaufgabe 3: Quanten, Ladungen und Felder

BE

1. Ladungen und Felder

Aus einer Quelle werden Elektronen und Protonen mit gleicher Geschwindigkeit $v_0 = 2,3 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ emittiert. Die Ladungen durchlaufen anschließend die Raumgebiete I bis III. Dabei wird, wenn die Ladungen die Kathode passieren, zwischen Kathode K und Anode A eine Spannung von $U = 200 \text{ V}$ mit der eingezeichneten Polarität (s. Skizze) zugeschaltet. Das magnetische Feld im Raumgebiet III steht senkrecht zur Bewegungsrichtung der Ladungen, die magnetische Flußdichte B hat einen Wert von $2 \cdot 10^{-3} \text{ Vs} \cdot \text{m}^{-2}$.

Skizze:



1.1 Nennen Sie die Bewegungsarten und die Bewegungsformen der Elektronen und der Protonen in den einzelnen Raumgebieten.

Begründen Sie das unterschiedliche Verhalten der Elektronen und Protonen während des Bewegungsablaufes in den einzelnen Raumgebieten.

1.2 Skizzieren Sie den Graph für den Betrag der Geschwindigkeit als Funktion der Zeit für die Bewegung der Elektronen und Protonen in den Raumgebieten.

1.3 Berechnen Sie die Geschwindigkeit der Elektronen und Protonen beim Passieren der Anode.

1.4 Berechnen Sie die Krümmungsradien der Bahnen der Elektronen und der Protonen im magnetischen Feld.

29

BE

2. Fotoeffekt

- 2.1 In einer Fotozelle werden Elektronen durch eingestrahktes Licht emittiert. Stellen Sie eine Energiebilanz auf, und untersuchen Sie die Abhängigkeit der kinetischen Energie der Fotoelektronen von der Wellenlänge des verwendeten Lichtes. Leiten Sie eine Beziehung für die Geschwindigkeit der Elektronen in Abhängigkeit von der Wellenlänge des eingestrahkten Lichtes her.
- 2.2 Stellen Sie für eine Zäsiumkathode ($W_A = 1,93 \text{ eV}$) die Abhängigkeit der kinetischen Energie der Fotoelektronen von der Frequenz im Frequenzbereich $0,3 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ bis $0,8 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ des eingestrahkten Lichtes quantitativ in einem Diagramm dar.
- 2.3 Auf eine Zäsiumkathode fällt nacheinander Licht mit den Wellenlängen $\lambda_1 = 428 \text{ nm}$; $\lambda_2 = 643 \text{ nm}$; $\lambda_3 = 1199 \text{ nm}$. Untersuchen Sie, ob durch Einwirkung des Lichtes dieser Wellenlängen jeweils Elektronen emittiert werden. (Benutzen Sie $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$) Berechnen Sie die Energie und die Geschwindigkeit der emittierten Elektronen.
- 2.4 Zwei verschiedene Fotozellen werden mit Licht der Wellenlänge 480 nm bestrahlt. Bei Gegenspannungen ab $U_1 = 0,66 \text{ V}$ bzw. $U_2 = 0,31 \text{ V}$ wurde kein Stromfluß zwischen der jeweiligen Kathode und der Anode registriert. Aus welchem Material bestehen die Kathoden der Fotozellen.

Daten:

 W_A von Natrium 2,28eV W_A von Barium 2,52eV W_A von Zäsium 1,93eV W_A von Wolfram 4,54eV

21

Prüfungsaufgabe 1: Energie

| | |
|-----------|---|
| BE | 1. Energetik von Phasenumwandlungen |
| 3 | 1.1 Begründung des konstanten Temperaturverlaufs |
| 3 | 1.2 $Q_{III} = m_W c_W \Delta T$ $Q_{III} = 627 \text{ kJ}$ $Q_x = 1327 \text{ kJ}$ |
| 4 | 1.3 $Q_{II} = m_W q_s$ $Q_{II} = 500 \text{ kJ}$ $q_s = 333 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ $Q_{IV} = m_W q_v$ $Q_{IV} = 3\,393 \text{ kJ}$ $q_v = 2262 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ |
| 4 | 1.4 Je ein Beispiel aus Natur und Technik nennen und erläutern. |
| | 2. Energetik der Lichtemission und -absorption |
| 4 | 2.1 Die Elektronen der Hülle nehmen nur bestimmte diskrete Energiewerte an. Energieaufnahme und -abgabe können nur in Form diskreter Energiequanten - den Differenzen der Energieniveaus - erfolgen. Nach $E_{ph} = \Delta E = h \cdot f$ entstehen bei atomaren Gasen nur diskrete Frequenzen bzw. Wellenlängen - die Linien des Spektrums. |
| 7 | 2.2 $E_4 - E_2 = 3,4 \text{ eV} - 0,85 \text{ eV} = 2,55 \text{ eV} = 4,09 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ $\lambda = \frac{h \cdot c}{E} = 486 \text{ nm}$ Zugeordnete Farbe: blau Nennen eines Übergangs und rechnerische Begründung. |
| 8 | 2.3 Gegenfeldmethode oder Kondensatormethode an Hand einer Skizze erläutern. Skizze der Einsteinschen Geraden. Energetische Vorgänge bei der Absorption der Photonen und Emission der Photoelektronen. Energie verrichtet Ablöse- und Beschleunigungsarbeit am Elektron. Eintragen der Ablösearbeit. |

BE

3. Energetik einer mechanischen Bewegung

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + \frac{1}{2} \cdot J \cdot \omega^2$$

6

$$v = \sqrt{\frac{10}{7} \cdot g \cdot h} \quad v = 2,51 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4. Energetik mechanischer Stöße

Schußapparat: Federspannenergie → kin. Energie der Kugel + thermische Energie

Geschoßpendel: kin. Energie der Kugel → pot. Energie des Pendels + pot. Energie der Kugel + thermische Energie

$$m_K \cdot v_K = (m_K + m_P) \cdot v_P \quad \frac{1}{2} v_P^2 = g \cdot \Delta h$$

11

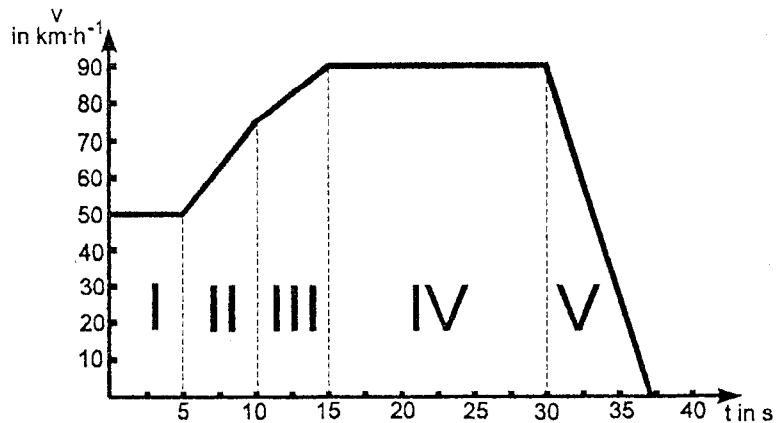
$$v_K = \frac{(m_K + m_P)}{m_K} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h} \quad v_K = 2,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Prüfungsaufgabe 2: Bewegungen

BE
3
5
3
5
4
4

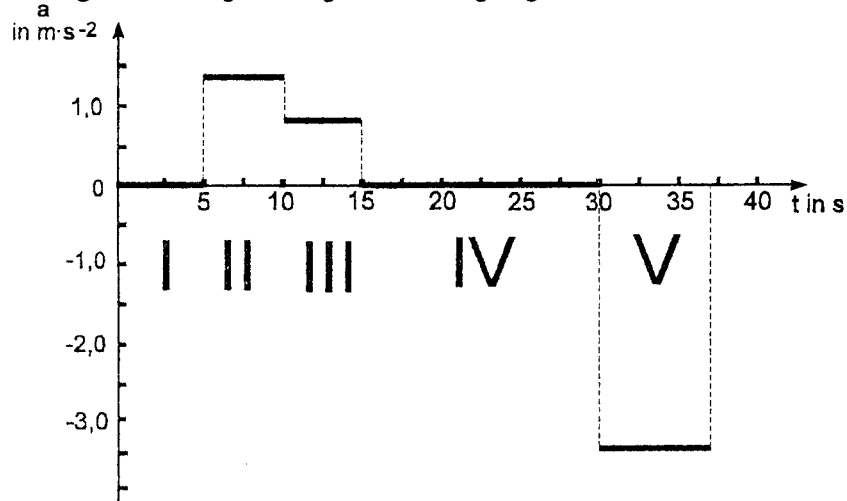
1. Geradlinige Bewegung

1.1 v-t-Diagramm



Bewegungsarten:

- Abschnitt I: gleichförmige Bewegung $a = 0$
- Abschnitt II: gleichmäßig beschleunigte Bewegung $a = 1,39 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- Abschnitt III: gleichmäßig beschleunigte Bewegung $a = 0,83 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- Abschnitt IV: gleichförmige Bewegung $a = 0$
- Abschnitt V: gleichmäßig verzögerte Bewegung $a = - 3,57 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$



1.2 $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 \cdot t$ $s_1 = 69,4 \text{ m}$ $s_2 = 86,8 \text{ m}$ $s_3 = 114,6 \text{ m}$
 $s_4 = 375,0 \text{ m}$ $s_5 = 87,5 \text{ m}$ $s_{\text{ges}} = 733,3 \text{ m}$

1.3 $P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$ $P = \frac{m \cdot (v_E^2 - v_A^2)}{2 \cdot \Delta t}$ $F = m \cdot a_V$
 $P_{II} = 25,32 \text{ kW}$ $P_{III} = 20,05 \text{ kW}$ $F = 3,75 \text{ kN}$

1.4 $\frac{1}{2} m_P \cdot v^2 = c \cdot m_S \cdot \Delta T$ $\Delta T = 34,9 \text{ K}$
 $\vartheta_e = 54,9 \text{ }^\circ\text{C}$

BE

2. Reibung und Impuls

2.1 $m_1 \cdot v_1 = (m_1 + m_2) \cdot u$ 1

$$v_1 = \frac{(m_1 + m_2) \cdot u}{m_1}$$
 1

$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2) \cdot u^2 = \mu_G \cdot (m_1 + m_2) \cdot g \cdot s$$
 1

$$u = \sqrt{2 \cdot \mu_G \cdot g \cdot s}$$

5

$$v_1 = 214,3 \frac{m}{s}$$
 2

2.2 $F_R = F_H$

$$\mu_H \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha = m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$\mu_H = \tan \alpha = 0,5$$

$$\alpha = 26,6^\circ$$

3

3. Bewegung geladener Teilchen

3.1 Elektronenstrahlröhre

↳ Aufbau beschreiben

↳ Wirkungsweise erklären

6

$$U = \frac{m \cdot v^2}{2e} \quad U = 284V$$

3.2 $\vec{F}_L \perp \vec{v} \Rightarrow |\vec{v}| = v = \text{konst.}$

6

$$\frac{m \cdot v^2}{r} = e \cdot v \cdot B \quad r = 0,114m$$

$$\omega = \frac{v}{r} \quad \omega = 8,8 \cdot 10^7 s^{-1}$$

3.3 $e \cdot E = e \cdot v \cdot B \quad E = 5 \cdot 10^3 V \cdot m^{-1}$

Übertragen der Abbildung und Einzeichnen des Feldes.

Die Gleichheit der Kräfte ist von v abhängig. Bei unterschiedlichen

Geschwindigkeiten werden die Elektronen unterschiedlich abgelenkt, es entsteht

kein scharf begrenzter Auftreffpunkt.

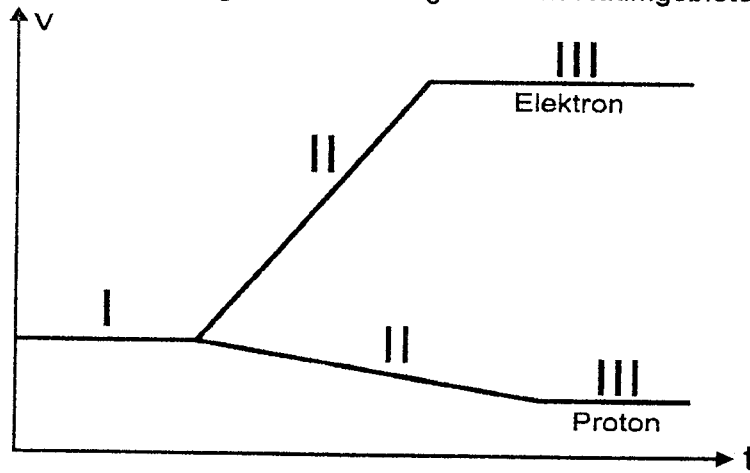
6

Prüfungsaufgabe 3: Quanten , Ladungen, Felder

| |
|----|
| BE |
| 12 |
| 4 |
| 8 |
| 5 |
| 6 |

1.1 Nennen von je 3 Bewegungsarten und Bewegungsformen in den Raumgebieten; Begründung der unterschiedlichen Beschleunigung der Ladungen im elektrischen Feld und der unterschiedlichen Ablenkung der Ladungen im magnetischen Feld.

1.2 Skizzieren der Geschwindigkeit der Ladungen in den Raumgebieten



1.3

| | |
|---|---|
| Elektron: | Proton: |
| $E_{kin e} = \frac{m_e \cdot v_0^2}{2} + e \cdot U$ | $E_{kin p} = \frac{m_p \cdot v_0^2}{2} - e \cdot U$ |
| $E_{kin e} = 200,15 eV$ | $E_{kin p} = 76 eV$ |
| $v_e = 8,38 \cdot 10^6 \frac{m}{s}$ | $v_p = 0,12 \cdot 10^6 \frac{m}{s}$ |

1.4

$$r = \frac{m \cdot v}{e \cdot B}$$

$r_e = 0,024 m$ $r_p = 0,63 m$

2.1

$$h \cdot f = W_A + E_{kin}$$

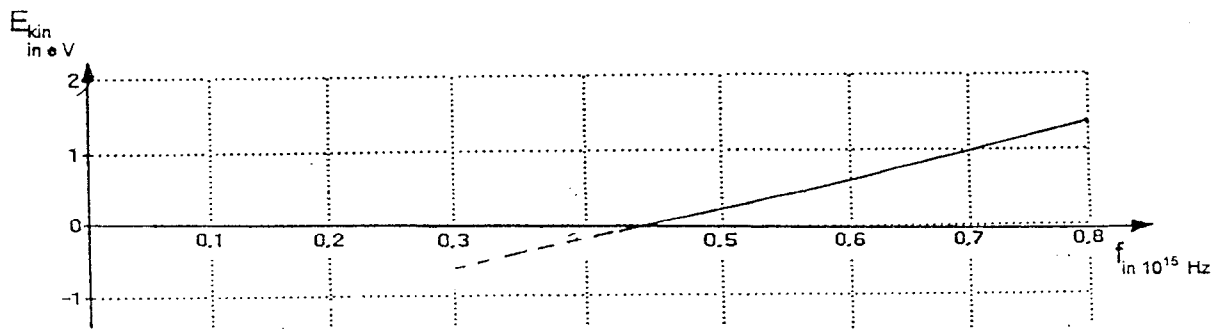
Zusammenhang zwischen der kinetischen Energie und der Wellenlänge

untersuchen ; Herleitung von

$$v = \sqrt{\frac{2(h \frac{c}{\lambda} - W_A)}{m}}$$

BE

2.2



5

2.3 $\lambda_1 = 428 \text{ nm}$

$h \cdot f_1 = 2,9 \text{ eV}$

$h \cdot f_1 > W_A$

Elektronen werden emittiert.

$E_{kin1} = 0,97 \text{ eV}$

$v_1 = 0,58 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$\lambda_2 = 643 \text{ nm}$

$h \cdot f_2 = 1,93 \text{ eV}$

$h \cdot f_2 = W_A$

Elektronen werden emittiert.

$E_{kin2} = 0$

$v_2 = 0$

$\lambda_3 = 1199 \text{ nm}$

$h \cdot f_3 = 1,03 \text{ eV}$

$h \cdot f_3 < W_A$

Es werden keine Elektronen emittiert.

6

2.4 $\lambda = 480 \text{ nm}$

$h \cdot f = 2,59 \text{ eV}$

$U_1 = 0,66 \text{ V}$

\Rightarrow Zäsiumkathode

4

$U_2 = 0,31 \text{ V}$

\Rightarrow Natriumkathode