

AB_06_06	Röntgenstrahlung – Bestimmung von h	GK/LK
----------	-------------------------------------	-------

Unterrichtliche
Voraussetzungen:

vgl. Text

Literaturangaben:

Verfasser:

Peter Bastgen
Gymn. Erfstadt Lechenich
Dr. Jos. Fieger Straße
50374 Erfstadt

Abiturprüfung

Vorschläge für die schriftliche Prüfung

(Nichtzutreffendes streichen)

1	1./2. Abiturfach / 3. Abiturfach: _____ Physik LK _____ Fach / Kursbezeichnung ¹⁾
2	Fachlehrer des Kurses / der Kurse _____ Name / Amtsbezeichnung
3	Zahl der Schüler, für die der Vorschlag gilt ²⁾ : _____
4	Bei unterschiedlicher Aufgabenstellung innerhalb eines Kurses: Zahl der Schülergruppen innerhalb des Kurses mit unterschiedlichen unterrichtlichen Voraussetzungen _____ (Anlagen 1 und 2 ausfüllen)
5	Die Aufgabenstellung stimmt - teilweise überein mit der des Kurses _____ unserer Schule - teilweise/vollständig überein mit derjenigen des Fachlehrers _____ des / der _____ Name der Schule
6	Verlängerung der Arbeitszeit gem. § 32 (3) APO-GOST beantragt: <input checked="" type="checkbox"/> Ja / <input type="checkbox"/> Nein
7	Vorzeitiges Öffnen gem. VV 33.63 zu § 33 (6) APO-GOST beantragt: <input checked="" type="checkbox"/> Ja / <input type="checkbox"/> Nein
8	Ich / Wir habe(n) das Notwendige für die Geheimhaltung veranlaßt (§ 33 APO-GOST / VV 33.42 b)) _____ Datum _____ Unterschrift _____
9	Überprüft gem. § 33 (4) Satz 2 APO-GOST: (ggf. Erläuterungen und Erklärung gem. § 26 (4) APO-GOST und VV 26.4 auf der Rückseite) _____ Datum _____ Siegel _____ Unterschrift der Schulleiterin / des Schulleiters
10	Genehmigt. ²⁾ Ausgewählt: Vorschlag: _____ Aufgaben: _____ Siegel _____ Datum _____ Unterschrift der Dezernentin / des Dezernenten

1) Bei Fremdsprachenunterricht Beginn des Sprachunterrichtes angeben gem. UVD-Schlüssel, z. B. L5, F9, S1

2) Nicht ausfüllen, falls (4) zutrifft

Ausnahmegenehmigung gem. § 26 (4) APO-GOST erteilt:

Verfügung vom _____ Az.: _____

Bei völliger oder teilweiser Übereinstimmung der Aufgabenstellung mehrerer Kurse:

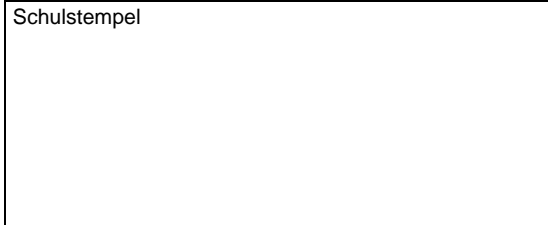
Es ist sichergestellt, daß die Schüler der betreffenden Kurse zur gleichen Zeit die schriftliche Prüfung in diesem Fach ablegen und eine Kontaktaufnahme zwischen Schülern dieser Kurse nicht möglich ist.

Schulleiters

Unterschrift der Schulleiterin / des

Zusätzliche Bemerkungen der Schulleiterin / des Schulleiters:

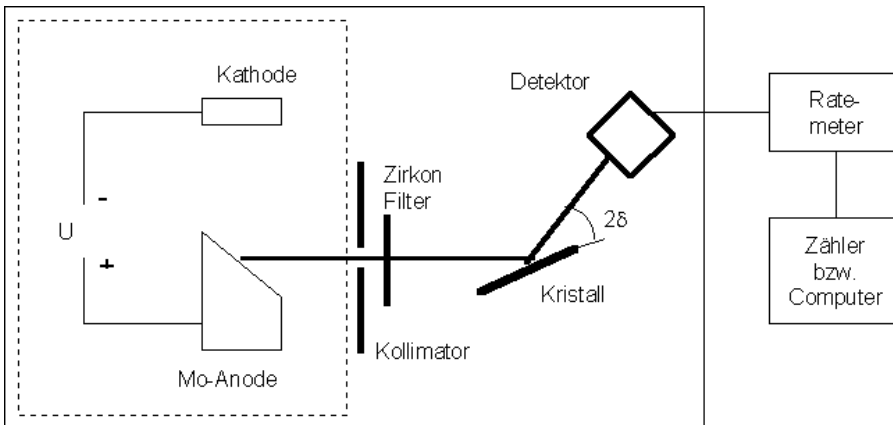
Zusätzliche Bemerkungen der Dezernentin / des Dezernenten



Vorschlag 1

Mit einer Röntgenapparatur wird die folgende Meßreihe aufgenommen:

Winkel $\varphi / ^\circ$		2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Intensität/ 1/s bei U=41,7 kV		75,6	47,1	400	855	1047	1077	1056	975
Intensität/ 1/s bei U=36,8 kV		73,2	25,5	46,5	351	674	795	839	794
Intensität/ 1/s bei U=34,7 kV		60,3	15,6	16,8	78,3	336	511	601	602



- Übertragen Sie die Meßwerte in ein Diagramm.
- Bestimmen Sie durch Extrapolation bei kleinen Winkeln die zu jeder Meßreihe gehörenden minimalen Winkel φ_{\min} (Bei kleinen Winkeln sind die Meßwerte systematisch zu hoch).
- Berechnen Sie die zu den minimalen Winkeln gehörenden Grenzfrequenzen f_g . Beim verwendeten Kristall handelt es sich um Natrium mit $2d = 563,94 \text{ pm}$.
- Ergänzen Sie die berechneten Werte für f_g durch

U / kV	31,8	28,9	26,3	23,3
f / Hz	7,77E+18	6,90E+18	6,40E+18	5,69E+18

und bestimmen Sie daraus den Zusammenhang zwischen U und f_g . Interpretieren Sie das Ergebnis.

Schulstempel

Fach / Kursbezeichnung: GK Physik

Übersicht über die Themen und Unterrichtsgegenstände der Halbjahre 12/1 bis 13/2

Kurshalbjahr	Kursthemen / Unterthemen
12/1	Elektrische Ladung und Felder: - Unbewegte und bewegte Ladung und elektromagnetischen Feld (E1, E2, E3) - Grundlagen elektromagnetischer Induktion (E4) - Selbstinduktion (E5) - Technische Nutzung von Induktionsvorgängen (E6)
12/2	Relativitätstheorie - Kinematik und Dynamik der SRT Schwingungen und Wellen - Wechselstromkreis (E7) - Elektromagnetische Schwingungen (E8) - Erzeugung und Ausbreitung el.-mag. Wellen (E9) - Lichtwellen (E10)
13/1	Modellvorstellung von Licht und Materie - Lichtquanten (A1) - Energiezustände des Atoms (A2) - Wellenstruktur der Materie (A3) - Atommodelle (A4) - Atombau und Periodensystem (A5)
13/2	Atomkerne- Kernenergie und ihre technische Nutzung - Kernprozesse (A6) - Kernmodelle (A7) - Kernenergie und ihre Auswirkungen (A8)

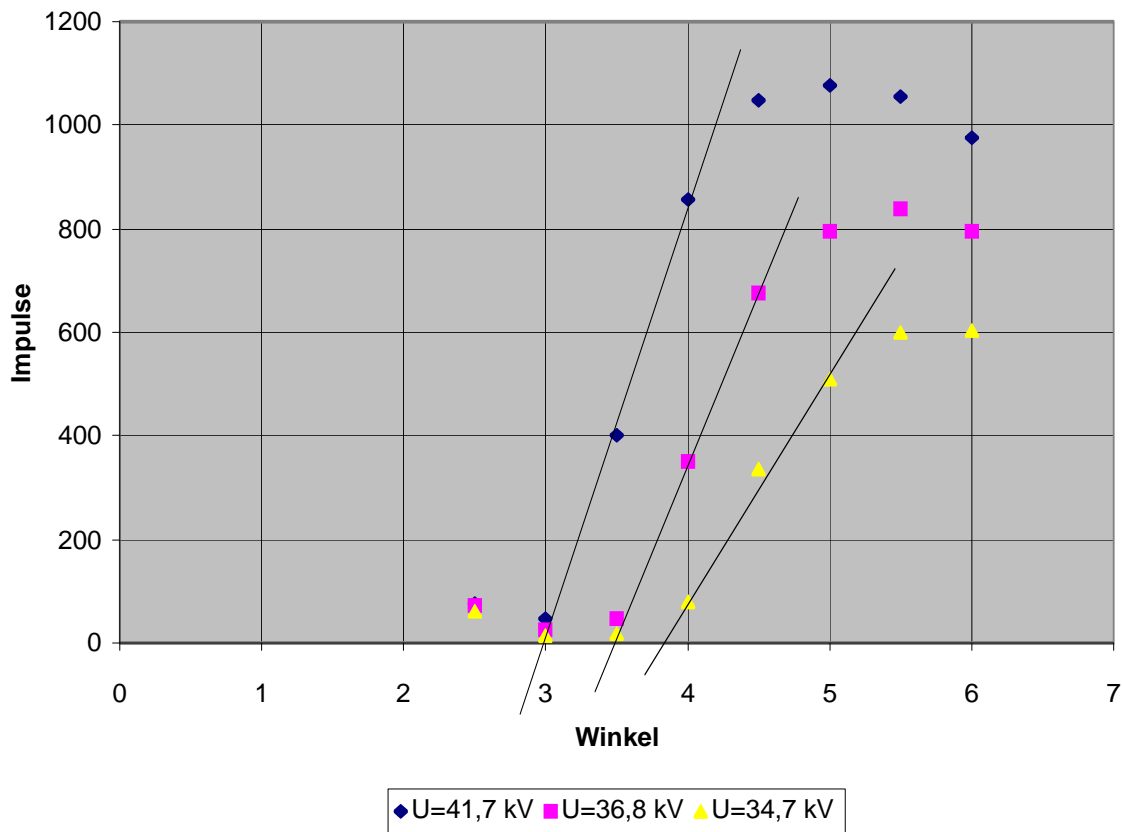
Fach / Kursbezeichnung: GK Physik

Angaben gem. § 33 APO-GOST und VV 33.42 (3):

Konkrete Beschreibung der zu erwartenden Schülerleistung (ggf. in Stichworten) unter Verweis auf die unterrichtlichen Voraussetzungen. ^{1) 2)}

Vorschlag

Lösung zu a)



Die Röntgenröhre ist aus dem Unterricht bekannt. Das spezielle Experiment ist unbekannt. Das Erstellen eines Diagramms ist eingeübt.

Lösung zu b

Kalibrieren: 1,9 cm entsprechen 1°
5,6 cm 2,95°
6,55 cm 3,45°
7,2 cm 3,79°

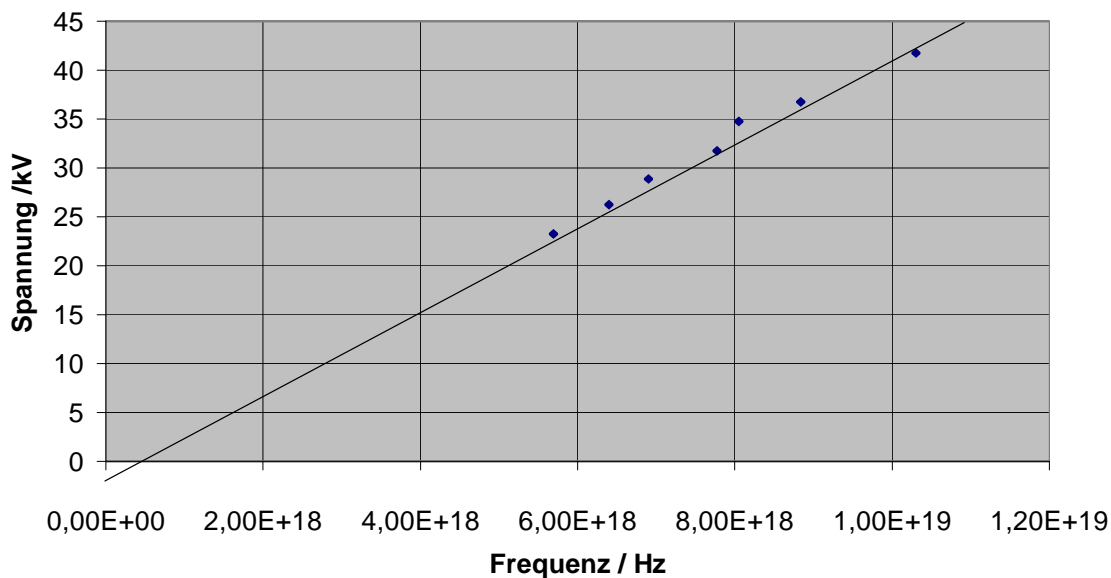
Lösung zu c)

Nach der Braggschen Formel $2d \sin\varphi = n\lambda$ ergibt sich für die Wellenlänge und die zugehörigen Frequenzen mit $\lambda f = c$

2d	5,64E-10	m	
Winkel /°	2,95	3,45	3,79
Wellenlänge /m	2,90E-11	3,39E-11	3,73E-11
U / V	4,17E+04	3,68E+04	3,47E+01
Frequenz / Hz	1,03E+19	8,84E+18	8,05E+18

Die Bragg Bedingung ist im Unterricht hergeleitet und im Rahmen der Untersuchung von Spektren angewendet worden.

Lösung zu d)



Es handelt sich bei dem gesuchten Zusammenhang um eine lineare Funktion mit der Steigung

$$m = 25\text{kV} / 6 \cdot 10^{18} \text{ Hz} = 4,17 \cdot 10^{-15} \text{ Vs.}$$

Die Darstellung von Kurven und deren Auswertung ist eingeübt.

In der Röntgenröhre werden Elektronen von der Katode mit der Beschleunigungsspannung U zur Anode hin beschleunigt. Dabei erhalten sie eine kinetische Energie vom Betrag eU .

Maximal diese Energie strahlen sie beim Abbremsen durch das Anodenmaterial in Abhängigkeit vom Stoßparameter in Form von elektromagnetischer Strahlung der Frequenz f ab.

Vom Detektor werden dann elektromagnetische Strahlen mit max. dieser Energie bis hin zu verschwindend geringer Energie mit unterschiedlicher Intensität empfangen.

$$\begin{aligned} \text{Aus } U &= s \cdot f && \text{erhält man} \\ eU &= es \cdot f \\ eU &= h \cdot f && \text{mit } h = e \cdot s = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C} \cdot 4,17 \cdot 10^{-15} \text{Vs} \\ &&& = 6,67 \cdot 10^{-34} \text{Js} \end{aligned}$$

Dies liefert einen Zusammenhang zwischen der von der Röntgenröhre gelieferten Energie und der Frequenz der emittierten Strahlung.

Der gesuchte Zusammenhang ist im Rahmen der Röntgenphysik nicht bekannt.

Der letzte Schluß ist daher im Anforderungsbereich 3 zu sehen.