

QUESTIONNAIRE

Date :	17.09.24	Horaire :	08:15 - 10:45	Durée :	150 minutes
Discipline :	PHYSI	Type :	écrit	Section(s) :	GIG
				Numéro du candidat :	

Legende: T: Theorie A: Aufgabe P: Praktikum

1. Linsen (12 Punkte)

- 1.1 Leiten Sie die Abbildungsgleichung her, ausgehend vom Abbildungsmaßstab und durch eine erklärende Skizze begleitet. (T: 3P.)
- 1.2 Mit einem Videoprojektor soll von einem Gegenstand ein vergrößertes Bild auf einem Schirm entstehen.
- 1.2.1 Geben Sie an, mit welcher Art von Linse dies erreicht werden kann. Geben Sie zwei Gründe an. (T: 2P.)
- 1.2.2 Das Bild auf dem Schirm soll den größtmöglichen Platz einnehmen. Die Bildweite soll unverändert bleiben. Muss deshalb die Brennweite der Linse möglichst groß oder möglichst klein gewählt werden? Begründen Sie die Antwort mit Hilfe einer Skizze. (A: 3P.)
- 1.2.3 Bei diesem Videoprojektor ist der Gegenstand 3,50 cm hoch und das Bild soll in einer Entfernung von 250 cm zum Gegenstand entstehen. Berechnen Sie die Gegenstandsweite und die Brennweite der Linse, wenn das Bild 1,50 m hoch ist. (A: 4P.)

2. Praktikum: Beugungsgitter (11 Punkte)

Die Linien einer Neongaslampe sind mit einem Beugungsgitter mit 400 Strichen pro mm auf einem Schirm abgebildet worden. Der Schirm befindet sich in einer Entfernung von 62,5 cm zum Gitter. Von allen auf dem Schirm sichtbaren Linien der 1. Ordnung hat ein Schüler nur eine gelbe, eine grüne und eine rote Linie abgezeichnet und folgendes Schirmbild erhalten.

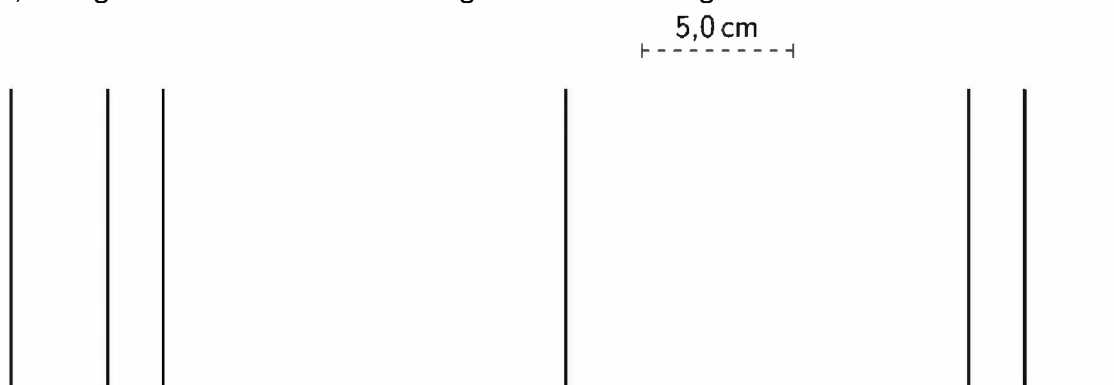


Abb. 1: Schirmbild

- 2.1** Skizzieren Sie den Versuchsaufbau und beschriften Sie alle Bestandteile. (P: 2P.)
- 2.2** Geben Sie an, welche Linie welcher Farbe entspricht. Bestimmen Sie unter Berücksichtigung des Maßstabes die jeweilige Entfernung d zum zentralen Maximum. Benutzen Sie hierzu beide Seiten des Schirmbildes. *Hinweis:* Die abgebildete gestrichelte Linie soll benutzt werden, um den Maßstab des Schirmbildes zu bestimmen. (P: 3P.)
- 2.3** Leiten Sie, ausgehend von der Bedingung für konstruktive Interferenz beim Beugungsgitter, eine Gleichung her, um die Wellenlänge der Linien zu bestimmen. Begleiten Sie ihre Erklärungen durch eine Skizze. Bestimmen Sie dann mit Hilfe der Messungen von 2.2 die Wellenlängen für die Farben der abgebildeten Linien. Beschreiben Sie die Vorgehensweise. (P: 4P.)
- 2.4** Eine genauere Messung ergibt für eine der Linien eine Wellenlänge von 703,24 nm. Berechnen Sie die absolute Abweichung und die relative Abweichung (in Prozent) ihres Messwertes zur genaueren Messung. (P: 2 P.)

3. Teilchenbeschleuniger

(13 Punkte)

In einem kreisförmigen Teilchenbeschleuniger mit einer Länge von 2,978 km, bewegen sich Gold-Ionen (Ruhemasse: 197,0 u) mit einer Geschwindigkeit nahe der Lichtgeschwindigkeit, bevor sie zusammenstoßen. Im Labor wird eine Umlauffrequenz der Gold-Ionen von 74,80 kHz gemessen.

Wir betrachten zwei Bezugssysteme:

- A: Bezugssystem des Labors
- B: Bezugssystem in dem die Ionen ruhen

- 3.1** Schreiben Sie die zwei Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie. (T: 2P.)
- 3.2** Erklären Sie den Begriff der „Eigenzeit“. (T: 1P.)
- 3.3** Begründen Sie, in welchem der Bezugssysteme die Eigenlänge der Länge des Teilchenbeschleunigers gemessen wird. (A: 1P.)
- 3.4** Wir stellen uns die Gold-Ionen, im Ruhezustand, vereinfachend als Kugeln vor (Abb. 2).



Abb. 2: Gold-Ion im Ruhezustand

Die Gold-Ionen bewegen sich nun mit einer Geschwindigkeit nahe der Lichtgeschwindigkeit (von links nach rechts). Geben Sie an, welche der folgenden Darstellungen (Abb. 3) am besten die Form der Gold-Ionen in beiden Bezugssystemen wiedergibt. Begründen Sie jeweils die Antwort. (A: 3P.)

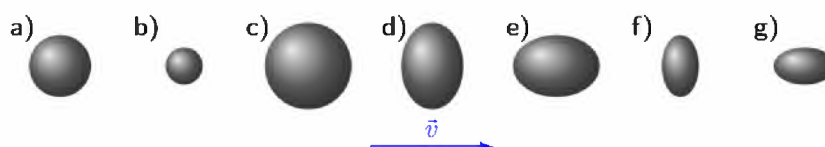


Abb. 3: Mögliche Formen des Gold-Ions

3.5 Bestimmen Sie die Umlaufzeit der Gold-Ionen in beiden Bezugssystemen, wenn im Bezugssystem B die Eigenzeit gemessen wird. (A: 3P.)

3.6 Bestimmen Sie die kinetische Energie eines Gold-Ions in GeV. (A: 3P.)

4. Kernphysik

(10 Punkte)

4.1 Beschreiben Sie was man unter „Radioaktivität“ versteht. (T: 2P.)

4.2 Gold-198 ist ein Beta-Minus-Strahler. Schreiben Sie die Zerfallsgleichung und benennen Sie alle vorkommenden Teilchen. (A: 2P.)

4.3 Für ein Präparat aus Indium-111 gilt folgende Zerfallskurve.

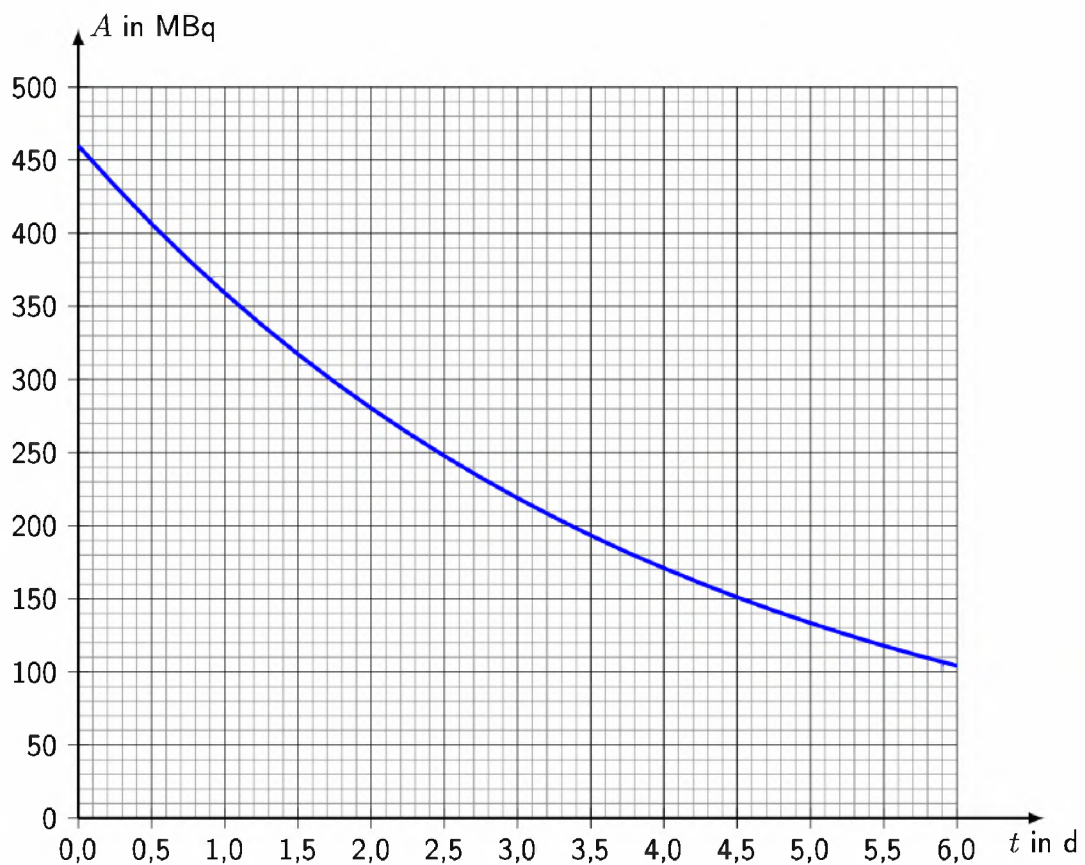


Abb. 4: Zerfallskurve für ein Präparat aus Indium-111

4.3.1 Bestimmen Sie mit Hilfe des Diagramms die Zerfallskonstante von Indium-111 in der SI-Einheit. (A: 2P.)

4.3.2 Berechnen Sie nach wie vielen Tagen noch $4,53 \cdot 10^{12}$ Indium-111-Atomkerne vorhanden sind. (A: 4P.)

5. Quantenmechanik

(14 Punkte)

5.1 Begründen Sie, ob das Auftreten des Photoeffekts von folgenden Faktoren abhängt:

- Von der Frequenz der einfallenden elektromagnetischen Strahlung;
- Von der Intensität der einfallenden elektromagnetischen Strahlung;
- Vom Material das der elektromagnetischen Strahlung ausgesetzt ist.

(T: 3P.)

5.2 Zeigen Sie, ausgehend von der Coulomb-Kraft zwischen dem Elektron und dem Kern des Wasserstoffatoms, auf, dass die Gesamtenergie des Elektrons im Wasserstoffatom durch folgenden Ausdruck gegeben ist:

$$E = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v^2 - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r}$$

Ergänzen Sie die Herleitung durch alle nötigen Erklärungen und Skizzen.

(T: 6P.)

5.3 Mit Hilfe der vorherigen Gleichung und der Quantenbedingung für stehende Wellen, kann man darauf schließen, dass die Bahnradien und die Energiezustände im Wasserstoffatom quantisiert sind.

5.3.1 Erklären Sie was man in diesem Zusammenhang unter „quantisiert“ versteht. (T: 1P.)

5.3.2 Des Weiteren kann man aus der Quantisierung der Energiezustände schließen, dass ein angeregtes Wasserstoffatom nur Licht bestimmter Wellenlängen aussenden kann. Berechnen Sie die Wellenlänge des ausgesendeten Lichts, wenn ein Wasserstoffatom vom Niveau $n = 5$ auf das Niveau $n = 3$ übergeht. Ist das ausgesendete Licht für den Menschen sichtbar? (sichtbares Spektrum: 380 nm bis 780 nm) (A: 4P.)

Physikalische Konstanten

Physikalische Konstante	Symbol	Wert	Einheit
Avogadro-Konstante	N_A	$6,022 \cdot 10^{23}$	mol^{-1}
Elementarladung	e	$1,602 \cdot 10^{-19}$	C
Lichtgeschwindigkeit (*)	c	$2,998 \cdot 10^8$	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
Planck-Konstante	h	$6,626 \cdot 10^{-34}$	J · s
Elektrische Feldkonstante	ϵ_0	$8,854 \cdot 10^{-12}$	$\text{C} \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$
Ruhemasse des Elektrons	m_e	$9,109 \cdot 10^{-31}$	kg
		= 0,5110	MeV / c^2
Ruhemasse des Protons	m_p	$1,673 \cdot 10^{-27}$	kg
		= 938,3	MeV / c^2
Ruhemasse des Neutrons	m_n	$1,675 \cdot 10^{-27}$	kg
		= 939,6	MeV / c^2
Ruhemasse des α -Teilchens	m_α	$6,645 \cdot 10^{-27}$	kg
		= $3,727 \cdot 10^3$	MeV / c^2

Umwandlung von Einheiten außerhalb des SI-Systems

Atomare Masseneinheit	1 u	$1,6605 \cdot 10^{-27}$	kg
Elektronvolt	1 eV	$1,602 \cdot 10^{-19}$	J
Jahr	1 a	365,25	d (Tage)

(*) **Bemerkung:** Für die Lichtgeschwindigkeit kann in den Rechnungen der Wert $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ verwendet werden.

Formelsammlung Trigonometrie

$\sin^2 x + \cos^2 x = 1$	$\tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$	
$\cos^2 x = \frac{1}{1 + \tan^2 x}$	$\sin^2 x = \frac{\tan^2 x}{1 + \tan^2 x}$	$1 + \tan^2 x = \frac{1}{\cos^2 x}$
$\sin(-x) = -\sin(x)$	$\sin(\pi - x) = \sin(x)$	$\sin(\pi + x) = -\sin(x)$
$\cos(-x) = \cos(x)$	$\cos(\pi - x) = -\cos(x)$	$\cos(\pi + x) = -\cos(x)$
$\tan(-x) = -\tan(x)$	$\tan(\pi - x) = -\tan(x)$	$\tan(\pi + x) = \tan(x)$
$\sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \cos(x)$	$\sin\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = \cos(x)$	
$\cos\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \sin(x)$	$\cos\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = -\sin(x)$	
$\tan\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \cot(x)$	$\tan\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = -\cot(x)$	
$\sin(x + y) = \sin x \cos y + \cos x \sin y$	$\tan(x + y) = \frac{\tan x + \tan y}{1 - \tan x \tan y}$	
$\sin(x - y) = \sin x \cos y - \cos x \sin y$		
$\cos(x + y) = \cos x \cos y - \sin x \sin y$	$\tan(x - y) = \frac{\tan x - \tan y}{1 + \tan x \tan y}$	
$\cos(x - y) = \cos x \cos y + \sin x \sin y$		
$\sin 2x = 2 \sin x \cos x$	$2 \cos^2 x = 1 + \cos 2x$	
$\cos 2x = \cos^2 x - \sin^2 x$	$2 \sin^2 x = 1 - \cos 2x$	
$\sin 2x = \frac{2 \tan x}{1 + \tan^2 x}$	$\cos 2x = \frac{1 - \tan^2 x}{1 + \tan^2 x}$	$\tan 2x = \frac{2 \tan x}{1 - \tan^2 x}$
$\sin 3x = 3 \sin x - 4 \sin^3 x$	$\cos 3x = -3 \cos x + 4 \cos^3 x$	
$\sin x + \sin y = 2 \sin\left(\frac{x+y}{2}\right) \cos\left(\frac{x-y}{2}\right)$	$\tan x + \tan y = \frac{\sin(x+y)}{\cos x \cos y}$	
$\sin x - \sin y = 2 \sin\left(\frac{x-y}{2}\right) \cos\left(\frac{x+y}{2}\right)$	$\tan x - \tan y = \frac{\sin(x-y)}{\cos x \cos y}$	
$\cos x + \cos y = 2 \cos\left(\frac{x+y}{2}\right) \cos\left(\frac{x-y}{2}\right)$		
$\cos x - \cos y = -2 \sin\left(\frac{x+y}{2}\right) \sin\left(\frac{x-y}{2}\right)$		
$\sin x \cos y = \frac{1}{2} [\sin(x+y) + \sin(x-y)]$		
$\cos x \cos y = \frac{1}{2} [\cos(x+y) + \cos(x-y)]$		
$\sin x \sin y = \frac{1}{2} [\cos(x-y) - \cos(x+y)]$		

Periodensystem der Elemente

I	II											III	IV	V	VI	VII	VIII
1,0 H 1																	4,0 He 2
6,9 Li 3	9,0 Be 4											10,8 B 5	12,0 C 6	14,0 N 7	16,0 O 8	19,0 F 9	20,2 Ne 10
23,0 Na 11	24,3 Mg 12	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA			IA	IIA	27,0 Al 13	28,1 Si 14	31,0 P 15	32,1 S 16	35,5 Cl 17	39,9 Ar 18
39,1 K 19	40,1 Ca 20	45,0 Sc 21	47,9 Ti 22	50,9 V 23	52,0 Cr 24	54,9 Mn 25	55,8 Fe 26	58,9 Co 27	58,7 Ni 28	63,5 Cu 29	65,4 Zn 30	69,7 Ga 31	72,6 Ge 32	74,9 As 33	79,0 Se 34	79,9 Br 35	83,8 Kr 36
85,5 Rb 37	87,6 Sr 38	88,9 Y 39	91,2 Zr 40	92,9 Nb 41	95,9 Mo 42	(98,6) Tc 43	101,1 Ru 44	102,9 Rh 45	106,4 Pd 46	107,9 Ag 47	112,4 Cd 48	114,8 In 49	118,7 Sn 50	121,8 Sb 51	127,6 Te 52	126,9 I 53	131,3 Xe 54
132,9 Cs 55	137,3 Ba 56	138,9 La 57	178,5 Hf 72	180,9 Ta 73	183,9 W 74	186,2 Re 75	190,2 Os 76	192,2 Ir 77	195,1 Pt 78	197,0 Au 79	200,6 Hg 80	204,4 Tl 81	207,2 Pb 82	209,0 Bi 83	(209) Po 84	(210) At 85	(222) Rn 86
(223) Fr 87	226,0 Ra 88	227,0 Ac 89	(261) Rf 104	(262) Ha 105	(263) Sg 106												

140,1 Ce 58	140,9 Pr 59	144,2 Nd 60	(145) Pm 61	150,4 Sm 62	152,0 Eu 63	157,3 Gd 64	158,9 Tb 65	162,5 Dy 66	164,9 Ho 67	167,3 Er 68	168,9 Tm 69	173,0 Yb 70	175,0 Lu 71
232,0 Th 90	231,0 Pa 91	238,0 U 92	237,0 Np 93	(244) Pu 94	(243) Am 95	(247) Cm 96	(247) Bk 97	(251) Cf 98	(254) Es 99	(257) Fm 100	(258) Md 101	(259) No 102	(260) Lr 103

Z		Element	Élément
1	H	Wasserstoff	Hydrogène
2	He	Helium	Hélium
3	Li	Lithium	Lithium
4	Be	Beryllium	Béryllium
5	B	Bor	Bore
6	C	Kohlenstoff	Carbone
7	N	Stickstoff	Azote
8	O	Sauerstoff	Oxygène
9	F	Fluor	Fluor
10	Ne	Neon	Néon
11	Na	Natrium	Sodium
12	Mg	Magnesium	Magnésium
13	Al	Aluminium	Aluminium
14	Si	Silizium	Silicium
15	P	Phosphor	Phosphore
16	S	Schwefel	Soufre
17	Cl	Chlor	Chlore
18	Ar	Argon	Argon
19	K	Kalium	Potassium
20	Ca	Kalzium	Calcium
21	Sc	Scandium	Scandium
22	Ti	Titan	Titane
23	V	Vanadium	Vanadium
24	Cr	Chrom	Chrome
25	Mn	Mangan	Manganèse
26	Fe	Eisen	Fer
27	Co	Kobalt	Cobalt
28	Ni	Nickel	Nickel
29	Cu	Kupfer	Cuivre
30	Zn	Zink	Zinc
31	Ga	Gallium	Gallium
32	Ge	Germanium	Germanium
33	As	Arsen	Arsenic
34	Se	Selen	Sélénium
35	Br	Brom	Brome
36	Kr	Krypton	Krypton
37	Rb	Rubidium	Rubidium
38	Sr	Strontium	Strontium
39	Y	Yttrium	Yttrium
40	Zr	Zirkonium	Zirkonium
41	Nb	Niob	Niobium
42	Mo	Molybdän	Molybdène
43	Tc	Technetium	Technétium
44	Ru	Ruthenium	Ruthénium
45	Rh	Rhodium	Rhodium
46	Pd	Palladium	Palladium
47	Ag	Silber	Argent
48	Cd	Kadmium	Cadmium
49	In	Indium	Indium
50	Sn	Zinn	Étain
51	Sb	Antimon	Antimoine
52	Te	Tellur	Tellure
53	I	Jod	Iode
54	Xe	Xenon	Xénon
55	Cs	Cäsium	Césium

Z		Element	Élément
56	Ba	Barium	Baryum
57	La	Lanthan	Lanthane
58	Ce	Cer	Cérium
59	Pr	Praseodym	Praséodyme
60	Nd	Neodym	Néodyme
61	Pm	Promethium	Prométhium
62	Sm	Samarium	Samarium
63	Eu	Europium	Europium
64	Gd	Gadolinium	Gadolinium
65	Tb	Terbium	Terbium
66	Dy	Dysprosium	Dysprosium
67	Ho	Holmium	Holmium
68	Er	Erbium	Erbium
69	Tm	Thulium	Thulium
70	Yb	Ytterbium	Ytterbium
71	Lu	Lutetium	Lutécium
72	Hf	Hafnium	Hafnium
73	Ta	Tantal	Tantale
74	W	Wolfram	Tungstène
75	Re	Rhenium	Rhénium
76	Os	Osmium	Osmium
77	Ir	Iridium	Iridium
78	Pt	Platin	Platine
79	Au	Gold	Or
80	Hg	Quecksilber	Mercure
81	Tl	Thallium	Thallium
82	Pb	Blei	Plomb
83	Bi	Bismut	Bismuth
84	Po	Polonium	Polonium
85	At	Astat	Astate
86	Rn	Radon	Radon
87	Fr	Francium	Francium
88	Ra	Radium	Radium
89	Ac	Actinium	Actinium
90	Th	Thorium	Thorium
91	Pa	Protactinium	Protactinium
92	U	Uran	Uranium
93	Np	Neptunium	Neptunium
94	Pu	Plutonium	Plutonium
95	Am	Americium	Américium
96	Cm	Curium	Curium
97	Bk	Berkelium	Berkélium
98	Cf	Californium	Californium
99	Es	Einsteinium	Einsteinium
100	Fm	Fermium	Fermium
101	Md	Mendelevium	Mendélévium
102	No	Nobelium	Nobélium
103	Lr	Lawrencium	Lawrencium
104	Rf	Rutherfordium	Rutherfordium
105	Db	Dubnium	Dubnium
106	Sg	Seaborgium	Seaborgium
107	Bh	Bohrium	Bohrium
108	Hs	Hassium	Hassium
109	Mt	Meitnerium	Meitnérium