

EXAMEN DE FIN D'ÉTUDES SECONDAIRES GÉNÉRALES

Sessions 2023 – QUESTIONNAIRE ÉCRIT

Date :	16.05.23	Durée :	08:15 - 10:45	Numéro candidat :	
Discipline :	Physique	Section(s) :	GIG		

1. Strahlenoptik (T5 + A4 = 9 Punkte)

Wir betrachten eine transparente, planparallele Platte, auf die ein Lichtstrahl schräg einfällt.

- 1.1. Leiten Sie einen allgemeinen Ausdruck für die Parallelverschiebung d in Abhängigkeit von Einfallswinkel, Brechungswinkel und Dicke der Platte her. Fügen Sie eine beschriftete Zeichnung hinzu und geben Sie alle notwendigen Erklärungen an.
- 1.2. Berechnen Sie jetzt die Parallelverschiebung für eine 4,6 mm dicke Flintglasscheibe, die komplett in Glycerin eingetaucht ist und welche unter einem Winkel von 42° getroffen wird. Der Lichtstrahl komme aus Glycerin ($n_1 = 1,47$) und das Flintglas habe einen Brechungsindex von $n_2 = 1,82$.

2. Praktikum Einfachspalt (P2 + P2 + P5 + P2 = 11 Punkte)

In einem Labor wird ein Einfachspalt mit monochromatischem Licht bestrahlt. Das Beugungsbild wird auf einem Schirm abgebildet. Durch Ausmessen der Abstände der gegenseitigen Intensitätsminima erhält man folgende Tabelle:

k	1	2	3	4
$2d_k$ (mm)	44	76	120	164

- 2.1. Erklären und begründen Sie, wie sich das Beugungsbild verändern würde, wenn man den Schirmabstand vergrößern würde, unter sonst unveränderten Bedingungen.
- 2.2. Erklären und begründen Sie, wie sich das Beugungsbild verändern würde, wenn man die Spaltbreite verkleinern würde, unter sonst unveränderten Bedingungen.
- 2.3. Tragen Sie d_k als Funktion von k in einem Diagramm auf und bestimmen Sie aus der Steigung der Kurve die Spaltbreite, wenn die Wellenlänge 550 nm und der Schirmabstand 3,80 m beträgt.
- 2.4. Berechnen Sie die absolute und relative Abweichung zu der vom Hersteller angegebenen Spaltbreite von 100 μm .

3. Doppelspalt (T3 + T2 + A4 + A1 = 10 Punkte)

Wir betrachten einen Doppelspalt, der von kohärentem Licht bestrahlt wird.

- 3.1. Leiten Sie zunächst einen Ausdruck für den Gangunterschied Δs der beiden Lichtstrahlen her. Fertigen Sie eine erklärende und beschriftete Skizze an und erläutern Sie eventuell gemachte Näherungen.
- 3.2. Leiten Sie anschließend die Bedingungen für den Sinus des Beugungswinkels bei konstruktiver und destruktiver Interferenz her.

Es fällt nun monochromatisches und kohärentes Licht auf einen Doppelspalt mit einem Mittenabstand von 0,15 mm. Das Beugungsbild wird auf einem 5,80 m entfernten Schirm abgebildet. Zwischen den beiden Intensitätsminima 3. Ordnung besteht ein Abstand von 20 cm.

- 3.3. Berechnen Sie die Wellenlänge des verwendeten Lichtes. Welche Farbe hat das Licht?
- 3.4. Theoretisch müsste man auf dem Schirm helle und dunkle Streifen in regelmäßigen Abständen erkennen. Tatsächlich scheinen aber einige dieser hellen Streifen komplett zu fehlen. Durch welches Phänomen ist dies begründet?

4. Relativistische Kinematik (T8 + A3 + A2 + A2 = 15 Punkte)

- 4.1. Leiten Sie einen Ausdruck für die relativistische Zeitdilatation Δt her. Betrachten Sie dazu das Gedankenexperiment einer bewegten Lichtuhr. Fügen Sie eine beschriftete Skizze und alle nötigen Berechnungen und Erklärungen hinzu.

Ein fiktives Raumschiff fliegt von der Erde zum Mond. Sowohl die Geschwindigkeit von $v = 0,60 \cdot c$ als auch die Entfernung von 384400 km zwischen Erde und Mond werden als konstant angenommen.

- 4.2. Berechnen Sie die Entfernung zwischen Erde und Mond im Bezugssystem des Raumschiffes.
- 4.3. Berechnen Sie die benötigte Zeit, um von der Erde zum Mond zu fliegen:
 - 4.3.1. im Bezugssystem des Raumschiffes,
 - 4.3.2. im Bezugssystem der Erde.

5. Radioaktivität (A1 + A2 + A3 = 6 Punkte)

- 5.1. Bei dem Nuklid Tritium ${}^3_1\text{H}$ handelt es sich um einen β^- -Strahler.
Stellen Sie seine Zerfallsgleichung auf.
- 5.2. Die Zerfallskonstante von Cs-131 beträgt $8,27 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$. Berechnen Sie den Anteil an Caesium (in Prozent), welcher nach 30 Tagen zerfallen ist.
- 5.3. Um das Alter eines archäologischen Knochenfundes zu bestimmen, verwendet man das C-14-Verfahren. Dabei wird auf die Halbwertszeit des C-14 Isotops zurückgegriffen, welche 5730 Jahre beträgt. Laboranalysen zeigen, dass die Aktivität der gefundenen Knochen einen Wert von 21,8 Bq aufweist, wohingegen eine vergleichbare aktuelle organische Probe eine Aktivität von 23,5 Bq besitzt.
Berechnen Sie das Alter der Knochen.

6. Bohrsches Atommodell (T3 + T4 + A2 = 9 Punkte)

- 6.1. Leiten Sie die Bohrsche Quantenbedingung her.
- 6.2. Leiten Sie die Formel zur Berechnung der Bahnradien im Wasserstoffatom her. Geben Sie alle nötigen Erklärungen an.
- 6.3. Berechnen Sie den Radius des Wasserstoffatoms im ersten angeregten Zustand.

Formelsammlung Trigonometrie*Formules trigonométriques*

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

Physikalische Konstanten

Physikalische Konstante	Symbol	Wert	SI-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
Ruhemasse des Protons	m_p	$1,673 \cdot 10^{-27}$	kg
Ruhemasse des Neutrons	m_n	$1,675 \cdot 10^{-27}$	kg
Ruhemasse des α -Teilchens	m_α	$6,645 \cdot 10^{-27}$	kg
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)

Periodensystem der Elemente

Tableau périodique des éléments

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	