

EXAMEN DE FIN D'ÉTUDES SECONDAIRES – Sessions 2024**QUESTIONNAIRE**

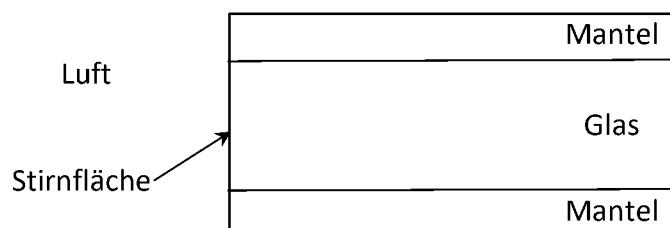
Date :	23.05.24	Horaire :	08:15 - 10:45	Durée :	150 minutes
Discipline :	Physique	Type :	écrit	Section(s) :	GIG
				Numéro du candidat :	

1. Brechungsgesetz (12 Punkte)

1.1. Leiten Sie, ausgehend vom Prinzip von Fermat, das Brechungsgesetz her. Fertigen Sie eine Skizze an und geben Sie alle zum Verständnis notwendigen Erklärungen an.

(T: 7 Punkte)

1.2. Ein Glasfaserkabel besteht aus einem Lichtleiter aus Glas ($n_1 = 1,5$), der von einem Mantel ($n_2 = 1,2$) umhüllt ist.



1.2.1. Berechnen Sie den Grenzwinkel für Totalreflexion innerhalb des Lichtleiters.

(A: 1 Punkt)

1.2.2. Berechnen Sie den Akzeptanzwinkel α_{max} , d.h. den maximalen Einfallswinkel, damit alle, durch seine Stirnfläche eintretenden Strahlen, durch Totalreflexion weitergeleitet werden. Die Stirnfläche grenzt an Luft ($n_{Luft} = 1$). Fertigen Sie eine erklärende Skizze an.

(A: 4 Punkte)

2. Quantenphysik (6 Punkte)

2.1. Die Austrittsarbeit W_A von Aluminium beträgt 4,08 eV. Überprüfen Sie, ob ein Photon des sichtbaren Lichts (380 nm bis 780 nm) ein Elektron aus einer Aluminiumplatte herauslösen kann.

(A: 3 Punkte)

2.2. Berechnen Sie die Geschwindigkeit der Photoelektronen, die durch das Licht der Wellenlänge $\lambda = 248$ nm einer Hg-Dampflampe aus dieser Aluminiumplatte herausgeschlagen werden.

(A: 3 Punkte)

3. Relativitätstheorie (12 Punkte)

- 3.1. 3.1.1. Erklären Sie das Phänomen der Zeitdilatation anhand des Gedankenexperiments der Lichtuhr. Fügen Sie erklärende Skizzen hinzu.
(T: 4 Punkte)
- 3.1.2. Leiten Sie die Gleichung zur Berechnung der Zeitdilatation quantitativ her und erklären Sie den Begriff Eigenzeit.
(T: 4 Punkte)
- 3.2. Pluto ist der größte Zwergplanet unseres Sonnensystems. Sein geringster Abstand zur Erde beträgt 4,28 Milliarden Kilometer. Berechnen Sie die Zeit, in Stunden, die das Zurücklegen dieser Strecke für Astronauten an Bord eines utopischen Raumschiffs, das sich mit $0,8c$ bewegt, dauern würde.
(A: 4 Punkte)

4. Wellenoptik (12 Punkte)

- 4.1. Eine Kameralinse ($n_{\text{Glas}} = 1,5$) wird mit einer $0,100\ \mu\text{m}$ dünnen Schicht aus Magnesiumfluorid vergütet. Es gilt: $n_{\text{Glas}} > n_{\text{MgF}_2} > n_{\text{Luft}}$
- 4.1.1. Fertigen Sie eine geeignete Skizze der interferierenden Lichtwellen im reflektierten Licht an.
Leiten Sie die Gleichung zur Berechnung des Gangunterschieds im reflektierten Licht her.
(T: 4 Punkte)
- 4.1.2. Berechnen Sie die Brechzahl von MgF_2 , damit das reflektierte Licht der Wellenlänge $550\ \text{nm}$ auf ein Minimum reduziert wird.
(A: 3 Punkte)
- 4.2. Das Licht einer Glühlampe fällt senkrecht auf ein optisches Gitter mit 5000 Strichen pro cm . $1,00\ \text{m}$ hinter dem Gitter wird ein $1,60\ \text{m}$ breiter Schirm aufgestellt, so dass das Maximum 0. Ordnung senkrecht in seine Mitte fällt.
Am Rand des Schirms kommt es im sichtbaren Bereich ($380\ \text{nm}$ bis $780\ \text{nm}$) zur Überlappung von 2 Spektren unterschiedlicher Ordnung. Berechnen Sie die jeweiligen Wellenlängen im sichtbaren Teil des Spektrums, der beiden Ordnungen, die sich am Rand überlappen.
(A: 5 Punkte)

5. Kernphysik und Praktikum (18 Punkte)

- 5.1. Stellen Sie das Grundgesetz des radioaktiven Zerfalls auf. Gehen Sie dabei davon aus, dass die Aktivität stets proportional zur Zahl der noch vorhandenen radioaktiven Kerne ist.

(T: 5 Punkte)

- 5.2. Radon-220 ist ein α -Strahler. Stellen Sie diese Zerfallsgleichung auf.

(A: 1 Punkt)

- 5.3. Radon-220 ist ein Zerfallsprodukt aus der Thorium-Reihe. Strahlenschützer bezeichnen es oft als Thoron. Seine Halbwertszeit beträgt laut Tabelle 55,6 s.

In einem Labor wird Radon-220 mit einem Geigerzähler untersucht und die Gesamtzahl der gemessenen Zerfälle Z wird zu verschiedenen Zeitpunkten t_n notiert. Zum Bestimmen der Nullrate wurden während 10 Minuten 228 Impulse registriert. Folgende Werte wurden gemessen.

t_n (s)	Z
0	0
15	3400
30	6210
45	8550
60	10500
90	13450
120	15500

- 5.3.1. Stellen Sie den Logarithmus der Impulsrate $\ln(z_Q)$ in Abhängigkeit von der Zeit t grafisch dar. Kopieren und erweitern Sie die Tabelle mit den hierfür notwendigen Spalten.

(P: 7 Punkte)

- 5.3.2. Bestimmen Sie die Halbwertszeit anhand des Diagramms. Geben Sie alle notwendigen Erklärungen an.

(P: 3 Punkte)

- 5.3.3. Vergleichen Sie den unter 5.3.2. ermittelten Wert für die Halbwertszeit mit dem Tabellenwert, indem Sie die absolute Abweichung und die relative Abweichung in Prozent berechnen.

(P: 2 Punkte)

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	$6,626 \cdot 10^{-34}$	$\text{J} \cdot \text{s}$
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	VIII A			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