

EXAMEN DE FIN D'ÉTUDES SECONDAIRES GÉNÉRALES
Sessions 2023 – QUESTIONNAIRE ÉCRIT

Date :	18.09.23	Durée :	08:15 - 10:45	Numéro candidat :	
Discipline :	Physique	Section(s) :	GIG		

Punkteverteilung: T: Theorie / A: Aufgaben / P: Praktikum

1. Interferenz an dünnen Schichten (9 Punkte)

In einer Autowerkstatt hat sich auf einer Wasserpfütze ($n_w = 1,33$) ein dünner Ölfilm ($n_{öl} = 1,40$) ausgebreitet. Bei senkrechtem Einfall von weißem Licht hat man bei der Beobachtung in Reflexion von der Ölschicht einen bläulichen Farbeindruck, da gelbes Licht der Wellenlänge $\lambda = 580 \text{ nm}$ durch Interferenz ausgelöscht wird.

- 1.1. Leiten Sie die Formel zur Berechnung der Dicke der Ölschicht für Auslöschung im reflektierten Licht her! Fertigen Sie dazu ein Schema an. (T: 5P)
- 1.2. Berechnen Sie die kleinste von Null verschiedene Dicke der Ölschicht, damit der geschilderte Effekt eintritt. (A: 2P)
- 1.3. Tatsächlich erscheint die Ölschicht jedoch in mehreren verschiedenen Farben, auch wenn man von oben senkrecht auf die Ölschicht blickt. Erklären Sie diese Beobachtung. (A: 2P)

2. Strahlenoptik (7 Punkte)

Ein Gegenstand wird mit Hilfe einer Sammellinse der Brennweite $18,75 \text{ cm}$ abgebildet. Dabei entsteht ein reelles vergrößertes Bild, so dass die Entfernung zwischen Gegenstand und Bild exakt 1 m beträgt.

Berechnen Sie die Gegenstandsweite, die Bildweite und den Abbildungsmaßstab. (A: 7P)

3. Relativitätstheorie (10 Punkte)

- 3.1 Leiten Sie den Ausdruck zur Bestimmung der relativistischen Zeitdilatation mit Hilfe einer geeigneten Skizze her. (T: 5P)
- 3.2 Ein Proton besitzt eine Gesamtenergie von exakt 3 GeV .
 - a. Berechnen Sie den Prozentsatz seiner kinetischen Energie im Verhältnis zu seiner Gesamtenergie. (A: 3P)
 - b. Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Protons. (A: 2P)

4. Fotoeffekt**(11 Punkte)**

- 4.1 Beschreiben Sie das Prinzip der Gegenfeldmethode und stellen Sie die Gleichung zur experimentellen Bestimmung des Planckschen Wirkungsquantums auf, wenn man für zwei Frequenzen f_1 und f_2 die jeweiligen Grenzspannungen U_{G1} und U_{G2} kennt. (T: 7P)
- 4.2 Man bestrahlt die Fotokathode einer Vakuumphotozelle nacheinander mit Licht aus zwei ausgewählten Linien des Heliumspektrums ($\lambda_{\text{rot}} = 668 \text{ nm}$, $\lambda_{\text{violett}} = 403 \text{ nm}$). Bei Anwendung der Gegenfeldmethode kommt der Elektronenstrom jeweils bei den Spannungen 0,81 V (rot) und 2,03 V (violett) zum Erliegen.
- a. Bestimmen Sie aus diesen Messwerten das Plancksche Wirkungsquantum. (A: 2P)
- b. Berechnen Sie die Ablösearbeit des Kathodenmaterials in J und in eV. (A: 2P)

5. Wasserstoffatom**(11 Punkte)**

- 5.1 Leiten Sie die Bohrsche Quantenbedingung her und gehen Sie dabei von de Broglies Vermutung aus, dass stehende Wellen um den Atomkern die Stabilität des Atoms erklären. (T: 3P)
- 5.2 Stellen Sie mit Hilfe der Bohrschen Quantenbedingung die Formel zur Berechnung der Radien r_n der erlaubten Elektronenbahnen im Wasserstoffatom auf und berechnen Sie den Bohrschen Radius des Wasserstoffatoms. (T: 4P)
- 5.3 Beim Wasserstoff liegt eine Absorptionslinie bei $\lambda = 1,216 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ (ultravioletter Bereich). Durch Absorption eines dementsprechenden Photons wird das Wasserstoffatom vom Grundzustand in einen angeregten Zustand versetzt.
- a. Berechnen Sie den Betrag (in J und in eV) um den sich der Energiezustand des Elektrons vergrößert hat. (A: 2P)
- b. Berechnen Sie auf welcher Bahn das Elektron sich in diesem Fall befindet. (A: 2P)

6. Praktikum: Radioaktivität**(12 Punkte)**

In einem Praktikum wird der radioaktive Zerfall des Barium-Isotops Ba-137 untersucht, indem alle 100 Sekunden die von einem Geiger-Müller-Zählrohr registrierte Impulszahl aufgeschrieben wird. Dabei erhält man folgende Messwertetabelle:

Zeit t_n (s)	Impulszahl Z
0	0
100	2635
200	4141
300	5101
400	5738
500	6185

Zur Bestimmung der von der Hintergrundstrahlung verursachten Nullrate wurden 262 Impulse in 10 Minuten gezählt.

- 6.1 Ergänzen Sie die Messwertetabelle, indem Sie die Werte eintragen, die zum Erstellen der grafischen Darstellung von $\ln z_Q$ in Abhängigkeit von der Zeit erforderlich sind. Dabei soll z_Q die Impulsrate der radioaktiven Quelle sein. (P: 4P)
- 6.2 Erstellen Sie die unter 6.1 erwähnte Grafik und bestimmen Sie hieraus die Halbwertszeit des Radionuklids. Begründen und erklären Sie Ihre Vorgehensweise. (P: 6P)
- 6.3 Berechnen Sie die relative Abweichung, wenn der theoretische Wert der Halbwertszeit dieses Radionuklids 150 s beträgt. (P: 2P)

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