

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		

Distribution des points : T: Théorie / A: Exercice / P: Travaux pratiques

1. Interférence aux couches minces (9 Points)

Dans un garage automobile, une fine pellicule d'huile ($n_{\text{huile}} = 1,40$) s'est étalée sur une flaque d'eau ($n_{\text{eau}} = 1,33$). En cas d'incidence perpendiculaire de la lumière blanche, on a une impression de couleur bleutée lors de l'observation sous réflexion, car la lumière jaune de longueur d'onde $\lambda = 580$ nm est annihilée par interférence.

- 1.1. Dérivez une équation qui permet de calculer l'épaisseur de la couche d'huile pour le cas d'interférence destructive sous réflexion ! Réalisez un schéma y relatif ! (T: 5P)
- 1.2. Calculez l'épaisseur minimale, mais non-nulle, de la couche d'huile qui produit l'effet décrit ci-dessus ! (A: 2P)
- 1.3. En réalité, la couche d'huile brille en différentes couleurs si on l'observe verticalement par le haut. Expliquez cette observation ! (A: 2P)

2. Optique géométrique (7 Points)

A l'aide d'une lentille convergente de distance focale 18,75 cm, on réalise une image d'un objet. L'image qui se forme est réelle et agrandie, de manière à ce que la distance entre objet et image soit d'exactly 1 m.

Calculez la distance objet, la distance image et le grandissement ! (A: 7P)

3. Théorie de la relativité (10 Points)

- 3.1 Etablissez, à l'aide d'un croquis approprié, une expression pour la dilation du temps relativiste ! (T: 5P)
- 3.2 Un proton dispose d'une énergie totale d'exactly 3 GeV.
 - a. Calculez le quotient de l'énergie cinétique par rapport à l'énergie totale et exprimez-le en pour cent ! (A: 3P)
 - b. Calculez la vitesse du proton ! (A: 2P)

4. Effet photoélectrique (11 Points)

- 4.1 Décrivez le principe de la méthode du champ inverse et établissez l'équation pour la détermination expérimentale du quantum d'action de Planck si on connaît, pour deux fréquences f_1 et f_2 , les tensions de seuil respectives U_{G1} et U_{G2} ! (T: 7P)
- 4.2 On irradie successivement la photocathode d'une cellule photoélectrique à vide poussé avec de la lumière provenant de deux raies sélectionnées du spectre de l'hélium ($\lambda_{\text{rouge}} = 668 \text{ nm}$, $\lambda_{\text{violet}} = 403 \text{ nm}$). En utilisant la méthode du champ inverse, le courant d'électrons s'annule respectivement aux tensions de 0,81 V (rouge) et 2,03 V (violet).
- a. A partir de ces valeurs mesurées, déterminez le quantum d'action de Planck ! (A: 2P)
- b. Calculez le travail d'extraction du matériau photoélectrique en J et en eV ! (A: 2P)

5. Atome d'hydrogène (11 Points)

- 5.1 En partant de l'hypothèse de de Broglie qui stipule que des ondes stationnaires autour du noyau atomique expliquent la stabilité de l'atome, établissez la condition quantique de Bohr ! (T: 3P)
- 5.2 A l'aide de la condition quantique de Bohr, établissez l'équation qui donne les rayons r_n des trajectoires des électrons dans l'atome d'hydrogène et calculez ensuite le rayon de l'état fondamental ! (T: 4P)
- 5.3 L'hydrogène dispose d'une raie d'absorption à $\lambda = 1,216 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ (domaine ultraviolet). Par l'absorption d'un tel photon, l'atome d'hydrogène passe de l'état fondamental dans un état excité.
- a. Calculez la quantité (en J et en eV) dont l'état énergétique de l'électron a augmenté ! (A: 2P)
- b. Déterminez sur quelle orbite l'électron se trouve dans ce cas ! (A: 2P)

6. TP: Radioactivité**(12 Points)**

Dans un TP, on analyse la désintégration radioactive de l'isotope de Baryum Ba-137. A cette fin, on note chaque 100 secondes le nombre d'impulsions enregistrés par le compteur Geiger-Müller. On obtient le tableau de valeurs suivant :

temps $t_n(s)$	nombre d'impulsions Z
0	0
100	2635
200	4141
300	5101
400	5738
500	6185

Afin de déterminer le rayonnement de fond, on a compté 262 impulsions en 10 minutes.

- 6.1 Complétez le tableau de valeurs en insérant les valeurs nécessaires afin de pouvoir représenter graphiquement $\ln z_Q$ en fonction du temps ! z_Q est le nombre d'impulsions provenant de la source radioactive. (P: 4P)
- 6.2 Faites la représentation graphique mentionnée sous 6.1 et déterminez-en la demi-vie du radionucléide ! Justifiez et expliquez votre manière de procéder ! (P: 6P)
- 6.3 Calculez l'erreur relative si la valeur théorique de la demi-vie de ce radionucléide est de 150 s ! (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

Constantes physiques

Physikalische Konstante <i>Constante</i>	Symbol <i>Symbole</i>	Wert <i>Valeur</i>	SI-Einheit <i>Unité SI</i>
Avogadro-Konstante <i>constante d'Avogadro</i>	N_A	$6,022 \cdot 10^{23}$	mol^{-1}
Elementarladung <i>charge élémentaire</i>	e	$1,602 \cdot 10^{-19}$	C
Lichtgeschwindigkeit (*) <i>vitesse de la lumière</i>	c	$2,998 \cdot 10^8$	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
Planck-Konstante <i>constante de Planck</i>	h	$6,626 \cdot 10^{-34}$	J·s
elektrische Feldkonstante <i>permittivité du vide</i>	ϵ_0	$8,854 \cdot 10^{-12}$	$\text{C} \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$
Ruhemasse des Elektrons <i>masse au repos de l'électron</i>	m_e	$9,109 \cdot 10^{-31}$	kg
Ruhemasse des Protons <i>masse au repos du proton</i>	m_p	$1,673 \cdot 10^{-27}$	kg
Ruhemasse des Neutrons <i>masse au repos du neutron</i>	m_n	$1,675 \cdot 10^{-27}$	kg
Ruhemasse des α -Teilchens <i>masse au repos d'une particule α</i>	m_α	$6,645 \cdot 10^{-27}$	kg

Umwandlung von Einheiten außerhalb des SI-Systems

Unités en dehors du système SI

atomare Masseneinheit <i>unité de masse atomique</i>	1 u	$1,6605 \cdot 10^{-27}$	kg
Elektronvolt <i>électron-volt</i>	1 eV	$1,602 \cdot 10^{-19}$	J
Jahr <i>année</i>	1 a	365,25	d (Tage <i>jours</i>)

(*) **Hinweis:** in den Berechnungen darf auch der Wert $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ für die Lichtgeschwindigkeit benutzt werden.

(*) **Remarque :** pour la vitesse de la lumière, la valeur $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ est acceptée dans les calculs.

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	