

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. Optique géométrique (T5 + A4 = 9 points)

Un rayon lumineux tombe obliquement sur une lame à faces parallèles transparente.

- 1.1. Etablissez une expression générale qui donne le déplacement parallèle d en fonction de l'angle d'incidence, de l'angle de réfraction et de l'épaisseur de la lame ! Ajoutez une figure annotée et donnez toutes les explications nécessaires !
- 1.2. Calculez maintenant le déplacement parallèle pour une lame en verre flint d'épaisseur 4,6 mm qui est complètement immergée dans de la glycérine et qui est illuminée sous un angle de 42° ! Le rayon lumineux provient de la glycérine ($n_1 = 1,47$) et le verre flint a un indice de réfraction de $n_2 = 1,82$.

2. TP fente simple (P2 + P2 + P5 + P2 = 11 points)

Au laboratoire, une fente simple est illuminée avec de la lumière monochromatique. La figure de diffraction est visualisée sur un écran. On obtient le tableau ci-dessous en mesurant la distance entre deux minima correspondants :

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

- 2.1. Expliquez et justifiez comment la figure de diffraction changerait si l'on augmentait la distance envers l'écran, tout en laissant le reste inchangé !
- 2.2. Expliquez et justifiez comment la figure de diffraction changerait si l'on diminuait la largeur de la fente, tout en laissant le reste inchangé !
- 2.3. Représentez graphiquement d_k en fonction de k ! Déterminez, à partir de la pente de la représentation graphique, la largeur de la fente pour une longueur d'onde de 550 nm et une distance d'écran de 3,80 m !
- 2.4. Calculez l'erreur absolue et relative par rapport à la largeur de la fente de 100 μm fournie par le producteur !

3. Fente double (T3 + T2 + A4 + A1 = 10 points)

Une fente double est illuminée par de la lumière cohérente.

- 3.1. Etablissez une expression pour la différence de marche Δs des deux rayons lumineux !
Faites une figure annotée et expliquez les approximations éventuelles utilisées !
- 3.2. Ensuite, établissez les équations pour le sinus de l'angle de diffraction pour interférence constructive et destructive !

De la lumière monochromatique et cohérente tombe sur une fente double. La distance entre les centres des fentes est de 0,15 mm. La figure de diffraction est recueillie sur un écran distant de 5,80 m. Il y a une distance de 20 cm entre les deux minima d'ordre 3.

- 3.3. Calculez la longueur d'onde de la lumière utilisée ! Quelle en est sa couleur ?
- 3.4. Théoriquement, on devrait voir des franges alternativement claires et sombres espacées de manière régulière. En réalité, certaines des franges claires semblent manquer complètement. Par quel phénomène peut-on expliquer ceci ?

4. Cinématique relativiste (T8 + A3 + A2 + A2 = 15 points)

- 4.1. Etablissez une expression pour la dilatation du temps Δt ! A cette fin, utilisez l'expérience de pensée de l'horloge à photons en mouvement ! Faites une figure annotée et donnez toutes les explications et tous les calculs nécessaires !

Un astronef fictif vole de la Terre vers la Lune. On admet une vitesse constante de $v = 0,60 \cdot c$ ainsi qu'une distance Terre-Lune constante de 384400 km.

- 4.2. Calculez la distance Terre-Lune dans le référentiel de l'astronef !
- 4.3. Calculez le temps nécessaire pour atteindre la Lune :
 - 4.3.1. dans le référentiel de l'astronef ;
 - 4.3.2. dans le référentiel de la Terre !

5. Radioactivité (A1 + A2 + A3 = 6 points)

5.1. Le nucléide tritium ${}^3_1\text{H}$ est un émetteur β^- .

Donnez l'équation de désintégration !

5.2. La constante de désintégration de Cs-131 est $8,27 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$. Trouvez la fraction de césium (en pour cent) qui s'est désintégré après 30 jours !

5.3. Afin de déterminer l'âge d'un vestige osseux archéologique, on utilise la datation au C-14. Ce faisant, on a recours à la demi-vie du C-14 qui est de 5730 années. Les analyses laboratoires montrent que l'activité des os trouvés est de 21,8 Bq, tandis que l'activité d'un échantillon organique comparable actuel est de 23,5 Bq. Calculez l'âge des os !

6. Modèle atomique de Bohr (T3 + T4 + A2 = 9 points)

6.1. Etablissez la condition quantique de Bohr !

6.2. Etablissez l'équation qui permet de calculer les rayons des trajectoires dans l'atome d'hydrogène ! Donnez toutes les explications nécessaires !

6.3. Calculez le rayon de l'atome hydrogène dans le premier état excité !

Formelsammlung Trigonometrie / Formules trigonométriques

$$\sin^2 x + \cos^2 x = 1$$

$$\tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$$

$$\cos^2 x = \frac{1}{1 + \tan^2 x}$$

$$\sin^2 x = \frac{\tan^2 x}{1 + \tan^2 x}$$

$$1 + \tan^2 x = \frac{1}{\cos^2 x}$$

$$\sin(-x) = -\sin(x)$$

$$\sin(\pi - x) = \sin(x)$$

$$\sin(\pi + x) = -\sin(x)$$

$$\cos(-x) = \cos(x)$$

$$\cos(\pi - x) = -\cos(x)$$

$$\cos(\pi + x) = -\cos(x)$$

$$\tan(-x) = -\tan(x)$$

$$\tan(\pi - x) = -\tan(x)$$

$$\tan(\pi + x) = \tan(x)$$

$$\sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \cos(x)$$

$$\sin\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = \cos(x)$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \sin(x)$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = -\sin(x)$$

$$\tan\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \cot(x)$$

$$\tan\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = -\cot(x)$$

$$\sin(x + y) = \sin x \cos y + \cos x \sin y$$

$$\sin(x - y) = \sin x \cos y - \cos x \sin y$$

$$\cos(x + y) = \cos x \cos y - \sin x \sin y$$

$$\cos(x - y) = \cos x \cos y + \sin x \sin y$$

$$\tan(x + y) = \frac{\tan x + \tan y}{1 - \tan x \tan y}$$

$$\tan(x - y) = \frac{\tan x - \tan y}{1 + \tan x \tan y}$$

$$\sin 2x = 2 \sin x \cos x$$

$$2 \cos^2 x = 1 + \cos 2x$$

$$\cos 2x = \cos^2 x - \sin^2 x$$

$$2 \sin^2 x = 1 - \cos 2x$$

$$\sin 2x = \frac{2 \tan x}{1 + \tan^2 x}$$

$$\cos 2x = \frac{1 - \tan^2 x}{1 + \tan^2 x}$$

$$\tan 2x = \frac{2 \tan x}{1 - \tan^2 x}$$

$$\sin 3x = 3 \sin x - 4 \sin^3 x$$

$$\cos 3x = -3 \cos x + 4 \cos^3 x$$

$$\sin x + \sin y = 2 \sin\left(\frac{x+y}{2}\right) \cos\left(\frac{x-y}{2}\right)$$

$$\tan x + \tan y = \frac{\sin(x+y)}{\cos x \cos y}$$

$$\sin x - \sin y = 2 \sin\left(\frac{x-y}{2}\right) \cos\left(\frac{x+y}{2}\right)$$

$$\tan x - \tan y = \frac{\sin(x-y)}{\cos x \cos y}$$

$$\cos x + \cos y = 2 \cos\left(\frac{x+y}{2}\right) \cos\left(\frac{x-y}{2}\right)$$

$$\cos x - \cos y = -2 \sin\left(\frac{x+y}{2}\right) \sin\left(\frac{x-y}{2}\right)$$

$$\sin x \cos y = \frac{1}{2} [\sin(x+y) + \sin(x-y)]$$

$$\cos x \cos y = \frac{1}{2} [\cos(x+y) + \cos(x-y)]$$

$$\sin x \sin y = \frac{1}{2} [\cos(x-y) - \cos(x+y)]$$

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		