

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

Date :	07.06.24	Horaire :	08:15 - 10:45	Durée :	150 minutes	
Discipline :	PHYSI	Type :	écrit	Section(s) :	GIG	
					Numéro du candidat :	

1 Travail pratique : Lentilles**12 points (TP:2 + TP:3 + TP:2 + TP:3 + TP:2)**

Pendant le TP « Lentilles », un groupe mesure les valeurs suivantes pour une lentille convergente marquée 5,00 cm par le fabricant :

Taille-image en cm	Distance-image en cm	Taille-objet en cm	Distance-objet en cm
4,7	19,5	1,9	7,0
2,3	11,8	1,9	9,0
1,4	9,2	1,9	12,0
0,9	8,1	1,9	15,0
0,6	7,0	1,9	20,0

- 1.1 Recopiez les valeurs nécessaires et ajoutez les colonnes qui permettent de faire un graphique de $\frac{1}{b}$ en fonction de $\frac{1}{g}$. TP:2
- 1.2 Représentez graphiquement $\frac{1}{b}$ en fonction de $\frac{1}{g}$. TP:3
- 1.3 Décrivez la forme du graphique.
Démontrez que la pente du graphique devrait avoir la valeur -1. TP:2
- 1.4 Déterminez la distance focale de la lentille à l'aide de votre graphique. Justifiez votre démarche. TP:3
- 1.5 Déterminez l'écart absolu et l'écart relatif en pourcent de votre distance focale par rapport à la distance focale donnée par le fabricant. TP:2

2 Couches minces**11 points (T:3 + T:3 + E:2 + E:3)**

Pour rendre des lunettes anti-reflets, on applique une couche mince avec un indice de réfraction $n_c = 1,22$ sur le verre ($n_v = 1,50$). On veut que la fréquence visible moyenne de la lumière ($5,22 \cdot 10^{14}$ Hz) soit supprimée dans la réflexion si les lunettes se trouvent dans l'air.

2.1 Faites une esquisse de la situation.

Dessinez sur votre esquisse en tant que rayons, les ondes lumineuses nécessaires pour expliquer le phénomène d'interférence. Décrivez brièvement l'origine de la différence de marche entre les ondes lumineuses interférentes. T:3

2.2 Dérivez une formule qui met en évidence un rapport entre l'épaisseur de la couche et la longueur d'onde à supprimer. T:3

2.3 Déterminez l'épaisseur minimale de la couche. E:2

2.4 Est-ce qu'avec l'épaisseur minimale de la couche, la fréquence de $5,22 \cdot 10^{14}$ Hz est aussi supprimée si les lunettes se trouvent sous l'eau ($n_e = 1,33$) ?

Justifiez votre réponse soit par un calcul soit par un raisonnement physique. E:3

3 Théorie de la relativité**9 points (E:2 + E:5 + E:2)**

Une particule α est accélérée du repos par une tension, de sorte qu'elle reçoit une énergie cinétique de 1,18 GeV.

3.1 Calculez la tension d'accélération que la particule α a dû parcourir. E:2

3.2 Calculez la vitesse de la particule α de manière relativiste. E:5

3.3 Est-ce que la vitesse finale est divisée par deux si la tension d'accélération est divisée par deux? Justifiez votre réponse soit par un calcul soit par un raisonnement physique. E:2

4 Radioactivité **16 points (T:2 + T:5 + T:2 + T:1 + E:3 + E:3)**

- 4.1 Définissez l'activité d'une source radioactive. T:2
- 4.2 Dérivez la loi fondamentale de la désintégration radioactive en partant de la définition précédente. T:5
- 4.3 Définissez la demi-vie et établissez le rapport entre la demi-vie et la constante de désintégration. T:2

Dans l'atmosphère il y a un équilibre entre le carbone-14 radioactive et le carbone-12 stable de sorte qu'il y a 15,3 désintégrations par minute pour un gramme de carbone. On retrouve cet équilibre aussi dans les organismes vivants. Après la mort de l'organisme, le carbone n'est plus absorbé et l'activité diminue au cours du temps. La demi-vie de ^{14}C est de 5730 a.

Dans un échantillon d'un vieux morceau de bois il y a 5,0 g de carbone. Ces 5,0 g de carbone contiennent $0,44 \cdot 10^{-12}$ g de ^{14}C .

- 4.4 ^{14}C se désintègre en dégageant un rayonnement β^- . Donnez l'équation de désintégration pour la désintégration de ^{14}C . T:1
- 4.5 Déterminez l'activité du morceau de bois aujourd'hui, par gramme de carbone. E:3
- 4.6 Déterminez l'âge du morceau de bois à l'aide de l'activité du morceau aujourd'hui. E:3

5 Mécanique quantique **12 points (T:3 + T:3 + E:3 + E:3)**

- 5.1 Expliquez l'effet photoélectrique à l'aide de l'hypothèse des photons.
Montrez aussi que pour un métal donné, l'énergie cinétique des électrons libérés ne dépend que de la fréquence de la lumière. T:3
- 5.2 Expliquez à l'aide d'une observation pourquoi l'effet photoélectrique ne peut pas être expliqué par la théorie ondulatoire de la lumière. T:3

Une cellule photoélectrique est irradiée par un laser de longueur d'onde 540 nm. Des électrons sont alors émis avec une énergie cinétique maximale de 0,843 eV.

- 5.3 Déterminez la longueur d'onde de seuil pour la cellule photoélectrique. E:3
- 5.4 Le laser a une puissance de 1 mW. Seulement 80 % des photons émises par le laser libèrent des électrons de la cellule photoélectrique.
Déterminez l'intensité maximale du courant photoélectrique. E:3

Constantes physiques

Constante physique	Symbole	Valeur	Unité
nombre d'Avogadro	N_A	$6,022 \cdot 10^{23}$	mol^{-1}
charge élémentaire	e	$1,602 \cdot 10^{-19}$	C
vitesse de la lumière (*)	c	$2,998 \cdot 10^8$	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
constante de Planck	h	$6,626 \cdot 10^{-34}$	J · s
permittivité du vide	ϵ_0	$8,854 \cdot 10^{-12}$	$\text{C} \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$
masse au repos de l'électron	m_e	$9,109 \cdot 10^{-31}$	kg
		= 0,5110	MeV / c^2
masse au repos du proton	m_p	$1,673 \cdot 10^{-27}$	kg
		= 938,3	MeV / c^2
masse au repos du neutron	m_n	$1,675 \cdot 10^{-27}$	kg
		= 939,6	MeV / c^2
masse au repos d'une particule α	m_α	$6,645 \cdot 10^{-27}$	kg
		= $3,727 \cdot 10^3$	MeV / c^2
Conversion d'unités en dehors du système SI			
unité de masse atomique	1 u	$1,6605 \cdot 10^{-27}$	kg
électron-volt	1 eV	$1,602 \cdot 10^{-19}$	J
année	1 a	365,25	d (jours)

(*) **Rmarque:** Pour la vitesse de la lumière, on peut utiliser la valeur $c = 3,00 \cdot 10^8$ m/s dans les calculs.

Formules trigonométriques

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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	III A	IV A	V A	VIA	VII A	VIII A			IA	II A	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

Z		Element	Élément
1	H	Wasserstoff	Hydrogène
2	He	Helium	Hélium
3	Li	Lithium	Lithium
4	Be	Beryllium	Béryllium
5	B	Bor	Bore
6	C	Kohlenstoff	Carbone
7	N	Stickstoff	Azote
8	O	Sauerstoff	Oxygène
9	F	Fluor	Fluor
10	Ne	Neon	Néon
11	Na	Natrium	Sodium
12	Mg	Magnesium	Magnésium
13	Al	Aluminium	Aluminium
14	Si	Silizium	Silicium
15	P	Phosphor	Phosphore
16	S	Schwefel	Soufre
17	Cl	Chlor	Chlore
18	Ar	Argon	Argon
19	K	Kalium	Potassium
20	Ca	Kalzium	Calcium
21	Sc	Scandium	Scandium
22	Ti	Titan	Titane
23	V	Vanadium	Vanadium
24	Cr	Chrom	Chrome
25	Mn	Mangan	Manganèse
26	Fe	Eisen	Fer
27	Co	Kobalt	Cobalt
28	Ni	Nickel	Nickel
29	Cu	Kupfer	Cuivre
30	Zn	Zink	Zinc
31	Ga	Gallium	Gallium
32	Ge	Germanium	Germanium
33	As	Arsen	Arsenic
34	Se	Selen	Sélénium
35	Br	Brom	Brome
36	Kr	Krypton	Krypton
37	Rb	Rubidium	Rubidium
38	Sr	Strontium	Strontium
39	Y	Yttrium	Yttrium
40	Zr	Zirkonium	Zirkonium
41	Nb	Niob	Niobium
42	Mo	Molybdän	Molybdène
43	Tc	Technetium	Technétium
44	Ru	Ruthenium	Ruthénium
45	Rh	Rhodium	Rhodium
46	Pd	Palladium	Palladium
47	Ag	Silber	Argent
48	Cd	Kadmium	Cadmium
49	In	Indium	Indium
50	Sn	Zinn	Étain
51	Sb	Antimon	Antimoine
52	Te	Tellur	Tellure
53	I	Jod	Iode
54	Xe	Xenon	Xénon
55	Cs	Cäsium	Césium

Z		Element	Élément
56	Ba	Barium	Baryum
57	La	Lanthan	Lanthane
58	Ce	Cer	Cérium
59	Pr	Praseodym	Praséodyme
60	Nd	Neodym	Néodyme
61	Pm	Promethium	Prométhium
62	Sm	Samarium	Samarium
63	Eu	Europium	Europium
64	Gd	Gadolinium	Gadolinium
65	Tb	Terbium	Terbium
66	Dy	Dysprosium	Dysprosium
67	Ho	Holmium	Holmium
68	Er	Erbium	Erbium
69	Tm	Thulium	Thulium
70	Yb	Ytterbium	Ytterbium
71	Lu	Lutetium	Lutécium
72	Hf	Hafnium	Hafnium
73	Ta	Tantal	Tantale
74	W	Wolfram	Tungstène
75	Re	Rhenium	Rhénium
76	Os	Osmium	Osmium
77	Ir	Iridium	Iridium
78	Pt	Platin	Platine
79	Au	Gold	Or
80	Hg	Quecksilber	Mercure
81	Tl	Thallium	Thallium
82	Pb	Blei	Plomb
83	Bi	Bismut	Bismuth
84	Po	Polonium	Polonium
85	At	Astat	Astate
86	Rn	Radon	Radon
87	Fr	Francium	Francium
88	Ra	Radium	Radium
89	Ac	Actinium	Actinium
90	Th	Thorium	Thorium
91	Pa	Protactinium	Protactinium
92	U	Uran	Uranium
93	Np	Neptunium	Neptunium
94	Pu	Plutonium	Plutonium
95	Am	Americium	Américium
96	Cm	Curium	Curium
97	Bk	Berkelium	Berkélium
98	Cf	Californium	Californium
99	Es	Einsteinium	Einsteinium
100	Fm	Fermium	Fermium
101	Md	Mendelevium	Mendélévium
102	No	Nobelium	Nobélium
103	Lr	Lawrencium	Lawrencium
104	Rf	Rutherfordium	Rutherfordium
105	Db	Dubnium	Dubnium
106	Sg	Seaborgium	Seaborgium
107	Bh	Bohrium	Bohrium
108	Hs	Hassium	Hassium
109	Mt	Meitnerium	Meitnérium