

EXAME - 1ª CHAMADA - 22 de Junho de 2017

QUERO USAR A NOTA DO TESTE (T2): EXAME COMPLETO (E1):

NOME DO ALUNO NÚMERO

1	PARTE A - AS AFIRMAÇÕES SEGUINTE S SÃO VERDADEIRAS OU FALSAS. ASSINALE V OU F NO QUADRADO CORRESPONDENTE.		
2	PARADIGMAS: ELECTROMAGNÉTICO, ONDULATÓRIO		
3	No paradigma electromagnético, a luz é representada por um campo escalar e por um campo vectorial.	<input type="checkbox"/>	3 T2&E1
4	Apenas no paradigma electromagnético é possível compreender os fenómenos relativos à polarização do onda luminosa.	<input type="checkbox"/>	4 T2&E1
5	O paradigma ondulatorio pode ser aplicado quando a luz interage com estruturas com dimensões características muito mais pequenas que o comprimento de onda da radiação.	<input type="checkbox"/>	5 T2&E1
6	EQUAÇÃO DE ONDAS		
7	A equação de ondas é válida em meios fortemente não homogéneos (tais como a atmosfera muito turbulenta)	<input type="checkbox"/>	7 T2&E1
8	A equação de ondas é uma equação não-linear pois inclui segundas derivadas.	<input type="checkbox"/>	8 T2&E1
9	EQUAÇÃO DE HELMOLTZ		
10	A equação de Helmholtz é uma equação linear, deste modo garantindo a validade do princípio de sobreposição.	<input type="checkbox"/>	10 T2&E1
11	A equação de Helmholtz obriga a que o comprimento de onda no meio (de índice de refração n) seja independente da frequência.	<input type="checkbox"/>	11 T2&E1
12	A relação de dispersão decorre da procura de soluções monocromáticas da equação de ondas, e a sua forma é $k = cw$. NOTAÇÃO: w é a letra grega, OMEGA minúscula	<input type="checkbox"/>	12 T2&E1
13	A equação de Helmholtz é a equação que fundamenta a óptica geométrica.	<input type="checkbox"/>	13 T2&E1
14	RELAÇÃO ENTRE O VECTOR CAMPO ELÉCTRICO, E, E O VECTOR DENSIDADE DE POLARIZAÇÃO, P.		
15	A base física para a geração de uma densidade volumica de polarização (vector P) é a deformação das nuvens electrónicas dos átomos ou moléculas por acção de um campo eléctrico externo.	<input type="checkbox"/>	15 T2&E1
16	Em meios cristalinos e lineares, os vectores P e E podem não ter a mesma orientação, embora os respectivos módulos sejam proporcionais.	<input type="checkbox"/>	16 T2&E1
17	O valor crítico do campo eléctrico que separa os regimes linear e não linear - na relação entre os vectores que representam a densidade volumica de polarização, P, e o campo eléctrico, E - é o valor do campo eléctrico num átomo de hidrogénio à distância do electrão (da ordem de 10^{-11} V/m).	<input type="checkbox"/>	17 T2&E1
18	PROPRIEDADES ÓPTICAS DOS DIELECTRICOS E DOS METAIS (QUI - Susceptibilidade eléctrica)		
19	A Lei de Beer(-Lambert) permite calcular a variação da fase de uma onda num meio.	<input type="checkbox"/>	19 T2&E1
20	No modelo de Lorentz, a parte imaginária de QUI modela a dispersão e a parte real a absorção em torno de frequências de ressonância.	<input type="checkbox"/>	20 T2&E1
21	No contexto do modelo de Lorentz, a parte real de QUI apenas tem valores significativos em torno das frequências de ressonância.	<input type="checkbox"/>	21 T2&E1
22	Em dieléctricos, sendo a susceptibilidade eléctrica, QUI, complexa, o índice de refração pode ser real.	<input type="checkbox"/>	22 T2&E1
23	Os metais comportam-se como dieléctricos para frequências muito elevadas, superiores à frequência de plasma.	<input type="checkbox"/>	23 T2&E1
24	Nos metais, o valor do "profundidade de penetração" aumenta quando a condutividade aumenta, e diminui quando a frequência aumenta.	<input type="checkbox"/>	24 T2&E1
25	Na transição de um dieléctrico para um metal, o campo não penetra no metal e a única onda gerada é a onda reflectida no dieléctrico.	<input type="checkbox"/>	25 T2&E1
26	ONDAS (NÃO GAUSSIANAS)		

EXAME - 1ª CHAMADA - 22 de Junho de 2017

QUERO USAR A NOTA DO TESTE (T2): EXAME COMPLETO (E1):

NOME DO ALUNO NÚMERO

27	As ondas policromáticas são modeladas multiplicando ondas monocromáticas com diferentes frequências.		27	T2&E1
28	A equação de Helmholtz impõe que o módulo do vector k (na fase de uma onda plana) é o parâmetro escalar k que surge na relação de dispersão.		28	T2&E1
29	As ondas esféricas podem ser consideradas planas próximo da fonte pontual.		29	T2&E1
30	As superfícies de igual fase das ondas esféricas podem ser aproximadas por superfícies parabólicas numa pequena região transversal (que depende do comprimento de onda) em torno da direcção central de propagação do feixe.		30	T2&E1
31	As ondas paraxiais são ondas esféricas cuja amplitude é constante.		31	T2&E1
32	As ondas paraxiais, são ondas cujas normais (às superfícies de igual fase) fazem ângulos pequenos com o eixo central de propagação.		32	T2&E1
33	ONDAS GAUSSIANAS			
34	Numa onda gaussiana, a função $W(z)$ representa o valor da divergência do feixe num plano à distância z do plano da cintura.		34	T2&E1
35	No plano da cintura, $W(z) = W_0$, que é o valor máximo que a largura do feixe pode tomar.		35	T2&E1
36	A fase de uma onda gaussiana é igual à soma das fases de uma onda plana e de uma onda esférica (na aproximação paraboloidal).		36	T2&E1
37	O parâmetro de Rayleigh tem dimensões de comprimento.		37	T2&E1
38	Quanto menor for o diâmetro da cintura, maior é a divergência.		38	T2&E1
39	Num feixe de Hermite-Gauss cujo índice seja (3,4) distinguem-se, numa secção transversa do feixe, 3x4 lobos compatíveis com a distribuição gaussiana da irradiância.		39	T2&E1
40	PRINCÍPIO DE HUYGENS-FRESNEL (PHF) E APROXIMAÇÕES			
41	O PHF reduz o problema da difracção ao problema da interferência de um número infinito de ondas esféricas, (virtualmente) emitidas a partir de fontes (fictícias) no plano da abertura difractante.		41	T2&E1
42	A aproximação de Fresnel é válida no infinito e a aproximação de Fraunhofer é válida a uma distância intermédia da abertura.		42	T2&E1
43	A aproximação de Fraunhofer é válida no plano focal de uma lente, substituindo a distância de propagação, z , pela distância focal da lente, f .		43	T2&E1
44	DIFRACÇÃO E RESOLUÇÃO			
45	Quanto maiores forem as dimensões da abertura difractante, mais concentrado é o padrão de difracção.		45	T2&E1
46	A transformada de Fourier permite relacionar a amplitude complexa entre planos paralelos, muito afastados entre si, ambos perpendiculares ao eixo de propagação.		46	T2&E1
47	A função "sinc" ou "seno cardinal" traduz a distribuição da amplitude complexa do padrão de difracção de uma abertura circular, na aproximação de Fraunhofer.		47	T2&E1
48	A uma distância z , o diâmetro do lobo central do padrão de difracção de Fraunhofer de uma abertura circular, de raio R , é $1.22 \lambda z/R$.		48	T2&E1
49	Na difracção por uma fenda rectangular de 50 micron (segundo X), e para uma dada distância de observação z em regime de Fraunhofer, o 1º zero da irradiância (segundo o eixo dos X) para um comprimento de onda de 800 nm encontra-se em $x = 2$ mm. Para um comprimento de onda de 400 nm, e para a mesma distância de observação, o 1º zero encontra-se em $x = 4$ mm.		49	T2&E1
50	No plano focal de um telescópio, as imagens de duas fontes pontuais angularmente próximas podem ser resolvidas se a separação entre os centros das imagens (geométricas) for inferior ao estabelecido pelo critério de Rayleigh.		50	T2&E1

EXAME - 1ª CHAMADA - 22 de Junho de 2017

QUERO USAR A NOTA DO TESTE (T2): EXAME COMPLETO (E1):

NOME DO ALUNO

NÚMERO

51	De um modo geral, a capacidade de resolução de um instrumento aumenta quando o diâmetro da óptica do instrumento aumenta, e diminui quando o comprimento de onda diminui.	<input type="checkbox"/>	51	T2&E1
52	Nas condições de aproximação de Fraunhofer, as dimensões transversas do padrão de difracção variam com $\lambda D/z$, em que z é a distância de observação e D uma dimensão característica do objecto.	<input type="checkbox"/>	52	T2&E1
53	INTERFERÊNCIAS			
54	Quando duas ondas se propagam na mesma região do espaço, a irradiância em qualquer ponto é sempre igual à soma das irradiâncias individuais das duas ondas.	<input type="checkbox"/>	54	T2&E1
55	Em padrões de interferência, o cálculo da irradiância, com base nas amplitudes dos campos eléctricos, entra em conta com o tempo de integração do detector.	<input type="checkbox"/>	55	T2&E1
56	A irradiância num ponto arbitrário do espaço, é função da diferença de fase entre as duas ondas interferentes nesse ponto.	<input type="checkbox"/>	56	T2&E1
57	Quando duas ondas esféricas interferem, o padrão de interferências que se gera no espaço 3D é constituído por famílias de elipsóides com os mesmos focos, e com as duas fontes nos focos.	<input type="checkbox"/>	57	T2&E1
58	Numa experiência de Young com fontes pontuais, a existência de franjas essencialmente rectilíneas e paralelas, pressupõe que a observação seja feita a uma significativa distância das fontes e num plano paralelo à linha definida pelas fontes.	<input type="checkbox"/>	58	T2&E1
59	O produto nkd representa a variação de fase, para uma propagação de uma distância d de uma onda plana monocromática, num meio de índice n .	<input type="checkbox"/>	59	T2&E1
60	Na interferência entre ondas múltiplas, sem percas, os máximos de irradiância ocorrem segundo direcções bem definidas, e tanto melhor definidas quanto menor for o número de ondas.	<input type="checkbox"/>	60	T2&E1
61	Nos interferómetros de divisão de frente de onda, a partir da mesma onda, geram-se duas ondas com as mesmas superfícies de igual fase mas com fluxos mais reduzidos.	<input type="checkbox"/>	61	T2&E1
62	O interferómetro de Michelson é um interferómetro de divisão de frente de onda.	<input type="checkbox"/>	62	T2&E1
63	ÓPTICA GEOMÉTRICA - GERAL			
64	A distância focal imagem é, em módulo, a distância entre o ponto focal imagem, F' , e o ponto principal imagem, H' .	<input type="checkbox"/>	64	E1
65	Apenas quando se conhece a posição dos pontos principais de um sistema óptico arbitrário, é que é possível aplicar a equação dos planos conjugados e posicionar o objecto e a imagem em relação ao sistema óptico.	<input type="checkbox"/>	65	E1
66	Em qualquer sistema óptico com potência finita, não existe nenhum par de planos conjugados relativamente aos quais a ampliação transversa seja -1.	<input type="checkbox"/>	66	E1
67	Num sistema óptico com aberração esférica, coma ou astigmatismo, e no contexto da formação de imagem de um objecto pontual, o feixe imagem é um feixe cónico.	<input type="checkbox"/>	67	E1
68	A imagem de um objecto real, formada por um espelho convexo pode ser real.	<input type="checkbox"/>	68	E1
69	A direcção do feixe reflectido num espelho esférico depende do índice de refração do material de que é feito o espelho.	<input type="checkbox"/>	69	E1
70	Um raio luminoso orientado para o ponto nodal objecto, N , emerge com a mesma direcção, passando pelo ponto nodal imagem, N' .	<input type="checkbox"/>	70	E1
71	Num sistema com o objecto no infinito segundo um ângulo A , a imagem forma-se a uma distância transversa do eixo dada por $x = L \tan A$, em que L é a distância entre N' e F' .	<input type="checkbox"/>	71	E1
72	ÓPTICA GEOMÉTRICA - ESPELHOS			
73	Um espelho elipsoidal forma uma imagem virtual de um objecto real que se encontre num dos seus focos.	<input type="checkbox"/>	73	E1
74	Num espelho hiperboloidal, se o objecto é real a imagem é virtual e vice-versa.	<input type="checkbox"/>	74	E1
75	Os sistemas ópticos baseados em espelhos têm aberração cromática.	<input type="checkbox"/>	75	E1

EXAME - 1ª CHAMADA - 22 de Junho de 2017

QUERO USAR A NOTA DO TESTE (T2): EXAME COMPLETO (E1):

NOME DO ALUNO

NÚMERO

76	Todos os espelhos esféricos comportam-se, na aproximação paraxial, como se tivessem a forma parabólica.	<input type="checkbox"/>	76	E1
77	ÓPTICA GEOMÉTRICA - LENTES			
78	Num diopetro esférico de potência não nula, as distâncias focais objecto e imagem são iguais, em valor absoluto.	<input type="checkbox"/>	78	E1
79	A potência de uma lente espessa é igual à soma das potências dos diopetros que a constituem.	<input type="checkbox"/>	79	E1
80	Uma lente delgada tem uma ampliação transversa +1 para conjugados simétricos e à distância $2f'$ da lente.	<input type="checkbox"/>	80	E1
81	Num sistema composto de várias lentes delgadas, a imagem de um objecto real situado no infinito forma-se no foco imagem da última lente.	<input type="checkbox"/>	81	E1
82	ÓPTICA GEOMÉTRICA - OLHO			
83	Um míope vê sem dificuldades, e sem necessidade de acomodar, um objecto colocado no seu ponto remoto, R.	<input type="checkbox"/>	83	E1
84	O ponto remoto R de um hipermetrópe é virtual.	<input type="checkbox"/>	84	E1
85	A miopia é compensada com lentes com potência positiva.	<input type="checkbox"/>	85	E1
86	O princípio geral para a compensação das ametropias é que o Foco Imagem (F') da lente de compensação e o ponto remoto, R, do olho, coincidam, isto é, $F' = R$.	<input type="checkbox"/>	86	E1
87	Na água, a potência da 1ª superfície do cristalino do olho humano reduz-se significativamente.	<input type="checkbox"/>	87	E1
88	Quando o olho acomoda para formar imagens de objetos próximos, os raios de curvatura das duas superfícies do cristalino aumentam (em valor absoluto).	<input type="checkbox"/>	88	E1
89	No olho humano, a pupila é uma abertura física que se encontra entre o cristalino e a córnea.	<input type="checkbox"/>	89	E1
90	No olho humano, a mácula é a região da retina em que a densidade de cones é máxima.	<input type="checkbox"/>	90	E1
91	No olho humano, à medida que a pupila dilata, a qualidade da imagem na retina aumenta pois as aberrações diminuem.	<input type="checkbox"/>	91	E1
92	ÓPTICA GEOMÉTRICA - INSTRUMENTAÇÃO			
93	Num microscópio óptico, a ocular gera uma imagem real ampliada, e a objectiva uma imagem subsequente, no infinito.	<input type="checkbox"/>	93	E1
94	Num microscópio óptico, a ampliação total obtem-se dividindo a ampliação transversa da objetiva pela ampliação angular da ocular.	<input type="checkbox"/>	94	E1
95	A forma óptima para observar uma estrela no eixo (a 0°) de um telescópio é utilizar um espelho parabólico.	<input type="checkbox"/>	95	E1
96	A classificação dos telescópios astronómicos é essencialmente determinada pela natureza real ou virtual da imagem criada pelo espelho primário.	<input type="checkbox"/>	96	E1
97	Num telescópio astronómico, a dimensão do secundário afecta a forma da pupila de entrada.	<input type="checkbox"/>	97	E1
98	As limitações de um telescópio astronómico terrestre nada têm a ver com a turbulência da atmosfera.	<input type="checkbox"/>	98	E1
99	Num microscópio óptico, o diafragma de campo coincide com o plano objecto da ocular.	<input type="checkbox"/>	99	E1
100	EQUAÇÕES DE FRESNEL			
101	O plano de incidência é definido pela direcção de incidência e pela direcção do campo eléctrico.	<input type="checkbox"/>	101	T2&E1
102	As equações de Fresnel permitem calcular os valores da reflectância e da transmitância, em polarização perpendicular ou em polarização paralela ao plano de incidência.	<input type="checkbox"/>	102	T2&E1
103	O ângulo de Brewster é o valor do ângulo de incidência para o qual o coeficiente de reflexão em amplitude, com polarização paralela ao plano de incidência, se anula.	<input type="checkbox"/>	103	T2&E1

EXAME - 1ª CHAMADA - 22 de Junho de 2017

QUERO USAR A NOTA DO TESTE (T2): EXAME COMPLETO (E1):

NOME DO ALUNO NÚMERO

104	Em incidência normal, cerca de 40% do fluxo incidente na superfície plana de separação entre o ar e um vidro (de índice $n = 2$) é reflectido.	<input type="checkbox"/>	104	T2&E1
105	FIM DA PARTE A			
106	PARTE B - QUESTÕES DE ESCOLHA MÚLTIPLA: ASSINALE A RESPOSTA CORRECTA (A / B / C / D) NO QUADRADO CORRESPONDENTE.			
107	Considere um dioptro esférico com raio de curvatura 30 cm, entre um (primeiro) meio com índice de refração 1,414 e um (segundo) meio com um índice de refração de 1,333.			
108	Se a superfície for convexa e um objeto for colocado a 90 cm da superfície, a que distância da superfície se forma a imagem (em valor absoluto)? A: 5,4 m B: 0,72 m C: 12,7 m D: 1,2 m	<input type="checkbox"/>	108	E1
109	Se a superfície for convexa e um objeto for colocado a 90 cm da superfície, que tipo de imagem se forma? A - No infinito B - Real C - Virtual D - Nenhuma das restantes	<input type="checkbox"/>	109	E1
110	Um motorista de táxi utiliza dois espelhos: um, interno, plano; o outro, lateral, convexo, com 2,0 m de distância focal (em valor absoluto). Pelo espelho plano, ele vê um motociclista que o segue à distância de 6,0 m do espelho.			
111	A que distância do espelho convexo se encontra a imagem do motociclista, formada por este espelho A: -6,0 m B: -1,5 m C: -4,0 m D: -3,0 m	<input type="checkbox"/>	111	E1
112	Qual o raio de curvatura do espelho convexo? A: 3,0 m B: 2,0 m C: 4,0 m D: 1,0 m	<input type="checkbox"/>	112	E1
113	Considere uma lente semi-acabada. A primeira superfície é convexa e tem um raio de curvatura de 68,79 mm. O índice de refração do vidro é 1,458. (NOTA: considere as superfícies esféricas e a aproximação paraxial). (NOTA: nos cálculos intermédios utilize duas (2) casas decimais).			
114	Se desprezarmos a espessura da lente, qual a distância focal da lente se a sua segunda superfície for plana? A: -2,2 mm B: -150 mm C: 150 mm D: 33,2 mm	<input type="checkbox"/>	114	E1
115	Desprezando a espessura da lente (lente fina), se se desejar que a lente tenha uma distância focal de 250 mm, qual deve ser o valor do raio de curvatura (em valor absoluto) da segunda superfície? A: 43 mm B: 252 mm C: 324 mm D: 172 mm	<input type="checkbox"/>	115	E1
116	Represente o olho humano "normal" através de uma lente fina, no ar, com uma potência de 58,64 D (sem acomodação), ou de 70.57 D (acomodação máxima). NOTA: Considere que, nominalmente, o ponto próximo se encontra a 25 cm do olho.			
117	Considerando que a potência de um olho amétrope é de +68.68 D em regime de acomodação máxima, qual a distância focal de uma lente que compense a ametropia? (NOTA: considere a lente corretora como delgada e considere as lentes em contacto) A: 529 mm B: -529 mm C: 236 mm D: -236 mm	<input type="checkbox"/>	117	E1

EXAME - 1ª CHAMADA - 22 de Junho de 2017

QUERO USAR A NOTA DO TESTE (T2): EXAME COMPLETO (E1):

NOME DO ALUNO NÚMERO

118	Considerando que a potência de um olho é de +68.68 D em regime de acomodação máxima, de que tipo de ametropia se trata? A: Astigmatismo B: Miopia C: Hipermetropia D: Nenhuma das anteriores		118	E1
119	Considere uma sala com um projetor de diapositivos e respectivo ecrã para projecção, tendo como objetiva uma lente simples, delgada. (NOTA: considere as superfícies esféricas e a aproximação paraxial)			
120	Qual deve ser a distância focal da objetiva para que as imagens sejam reais e se formem num ecrã a 5 m da lente, com uma ampliação de 5x? A: 1,3 m B: 0.8 m C: 1,6 m D: 2,5 m		120	E1
121	Se a objetiva tiver uma distância focal de 10 cm, e se se desejar uma ampliação de 200x (em módulo), qual o comprimento mínimo que a sala deve ter? Despreze o tamanho do projetor, ou seja, considere apenas como limitativo do comprimento da sala a distância do ecrã à lente. A: 10 m B: 5 m C: 30 m D: 20 m		121	E1
122	Um feixe de luz colimada com uma irradiância de 400 W/m ² atravessa um meio considerado puramente absorvedor. Verifica-se que, depois de uma propagação de 4 cm no meio, a irradiância diminui para 28 W/m ² .			
123	Qual é o coeficiente de absorção do meio? A: 10,6 /m B: 66,5 /m C: 124,0 /m D: 0,7 /m		123	T2&E1
124	Após atravessar 4 cm do meio, a luz passa a propagar-se num novo meio com coeficiente de absorção de 5 /m. Ao fim de 10 cm nesse novo meio, qual a percentagem TOTAL de luz que atravessou os dois meios? NOTA: considere apenas fenómenos da absorção. A: 7,05% B: 60,65% C: 0,05% D: 4,25%		124	T2&E1
125	Considere que a expressão da amplitude complexa de uma onda eletromagnética monocromática, plana, a propagar-se no vazio é $U(x,y,z) = A \cdot \exp[-j 1,22 \times 10^7 z]$. (NOTA: permitividade elétrica do vazio = $8,8542 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$; impedância do vazio $\approx 377,00 \text{ W}$) NOTAÇÃO: W é a letra grega OMEGA maiúscula			
126	Se a amplitude do campo elétrico for de 5,000 V/m, qual é a amplitude do campo magnético (H-Field)? A: 0,021 A/m B: 0,013 A/m C: 0,059 A/m D: 0,008 A/m		126	T2&E1
127	Sabendo que a onda se propaga segundo o eixo dos ZZ, qual é o valor da frequência da onda? A: $6 \times 10^{14} \text{ Hz}$ B: $8 \times 10^{14} \text{ Hz}$ C: $4 \times 10^{14} \text{ Hz}$ D: $10 \times 10^{14} \text{ Hz}$		127	T2&E1
128	Ao caracterizar-se um feixe gaussiano de comprimento de onda 1060 nm, a propagar-se no ar, obteve-se um valor para a distância de Rayleigh de 47,4 m.			
129	Qual a divergência do feixe (considerando $z \gg z_0 \rightarrow \theta_0 \sim W_0/z_0$)? A: $15 \times 10^{-5} \text{ rad}$ B: $1 \times 10^{-5} \text{ rad}$ C: $31 \times 10^{-5} \text{ rad}$ D: $8 \times 10^{-5} \text{ rad}$		129	T2&E1

EXAME - 1ª CHAMADA - 22 de Junho de 2017

QUERO USAR A NOTA DO TESTE (T2): EXAME COMPLETO (E1):

NOME DO ALUNO NÚMERO

130	Após uma propagação de 51 m, qual o raio de curvatura da frente de onda? A: 95 m B: 110 m C: 88 m D: Infinito	130	T2&E1
131	Luz com um comprimento de onda de 587,5 nm ilumina uma fenda com uma largura de 0,750 mm.		
132	A que distância da fenda se deve colocar um alvo para que o primeiro mínimo no padrão de difracção seja observado a 0,850 mm do centro do alvo? A: 1,09 m B: 0,25 m C: 8,89 m D: 4,32 m	132	T2&E1
133	Qual a largura do lobo central do padrão de difracção que se observa a 1,500 m da fenda? A: 1,89 mm B: 1,18 mm C: 2,35 mm D: 1,43 mm	133	T2&E1
134	Considere uma experiência de Young (duas fendas), realizada com luz monocromática. A distância entre as fendas é de 0,04 mm e um écran é colocado a 1,60 m, onde se forma um padrão de interferências.		
135	Se a distância entre máximos consecutivos da irradiância for de 1,42 cm, qual o comprimento de onda da radiação? A: 490 nm B: 675 nm C: 710 nm D: 355 nm	135	T2&E1
136	Qual a posição angular do terceiro máximo da irradiância relativamente ao centro do padrão de interferências se a luz tiver um comprimento de onda de 808 nm? A: 22,2 mrad B: 70,4 mrad C: 60,6 mrad D: 10.3 mrad	136	T2&E1
137	FIM DA PARTE B		
138	FIM DO EXAME		

Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS E ÓPTICA

2º SEMESTRE – 2016 / 2017

PROFESSORES: JOSÉ MANUEL REBORDÃO / JOÃO PINTO COELHO / MARGARIDA PIRES

EXAME - 1ª CHAMADA - 22 de Junho de 2017

QUERO USAR A NOTA DO TESTE (T2):

EXAME COMPLETO (E1):

NOME DO ALUNO

NÚMERO

- α - alfa
- β - beta
- χ - qui
- δ - delta
- ε - eps
- λ - lambda
- μ - miu
- ν - niu
- π - pi
- θ - theta
- ρ - rho
- τ - tau
- ω - omega
- Ω - OMEGA
- ξ - qsi

Refracção

$$n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$$

$$\theta_{\text{Crítico}} = \text{asin}(n_2 / n_1)$$

$$\theta_{\text{Brewster}} = \text{atan}(n_2 / n_1)$$

FORMULÁRIO

Prismas

$$\delta \approx (n-1)\alpha$$

$$\delta = \theta_{i1} - \alpha + \text{asin}\left[\sqrt{n^2 - \sin^2(\theta_{i1})} \sin(\alpha) - \sin(\theta_{i1}) \cos(\alpha)\right]$$

$$\theta_{i1} = (\delta_m + \alpha) / 2$$

$$n = \sin\left(\frac{\delta_m + \alpha}{2}\right) / \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Equações de Fresnel

$$r_{\parallel} = \frac{n_i \cos \theta_i - n_t \cos \theta_t}{n_i \cos \theta_i + n_t \cos \theta_t} \quad t_{\parallel} = \frac{2n_i \cos \theta_i}{n_i \cos \theta_i + n_t \cos \theta_t}$$

$$r_{\perp} = \frac{E_{0r}}{E_{0i}} = \frac{n_i \cos \theta_i - n_t \cos \theta_t}{n_i \cos \theta_i + n_t \cos \theta_t} \quad t_{\perp} = \frac{E_{0t}}{E_{0i}} = \frac{2n_i \cos \theta_i}{n_i \cos \theta_i + n_t \cos \theta_t}$$

$$R_{\perp} = r_{\perp}^2 \quad R_{\parallel} = r_{\parallel}^2 \quad T = \frac{4n_1 n_2}{(n_1 + n_2)^2} \quad \mathfrak{R} = \left(\frac{n_2 - n_1}{n_1 + n_2}\right)^2$$

$$T_{\perp} = \left(\frac{n_t \cos \theta_t}{n_i \cos \theta_i}\right)^2 r_{\perp}^2 \quad T_{\parallel} = \left(\frac{n_t \cos \theta_t}{n_i \cos \theta_i}\right)^2 t_{\parallel}^2$$

$$\tan \theta_B = n_t / n_i \quad \sin \theta_c = n_t / n_i$$

$$l = s_o, \quad l' = s_i$$

$$n = n_1, \quad n' = n_2$$

Óptica Geométrica

$$\frac{n_1}{s_o} + \frac{n_2}{s_i} = K \quad m \equiv M_T \equiv \frac{h'}{h} = -\frac{n l'}{n' l} \quad K = K_1 + K_2 - \frac{d}{n_1} K_1 K_2$$

$$K_{L\text{-espessa}} = (n_l - n_{\text{meio}}) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} + \frac{d(n_l - n_{\text{meio}})}{n_l R_1 R_2} \right)$$

$$K \equiv \frac{n}{f} = \frac{n'}{f'} \quad M_L = -M_T^2 \quad K = \frac{n_2 - n_1}{R} \quad K = -\frac{2}{R} \quad K_{L\text{-delgada}} = (n_l - n_{\text{meio}}) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad \frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{1}{f}$$

$$\nabla^2 u(\mathbf{r}, t) - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 u(\mathbf{r}, t)}{\partial t^2} = 0$$

$$(\nabla^2 + k^2)U(\mathbf{r}) = 0$$

$$u(\mathbf{r}, t) = U(\mathbf{r})e^{-i2\pi\nu t} = U(\mathbf{r})e^{-i\omega t}$$

$$k = \frac{2\pi\nu}{c} = \frac{\omega}{c} = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$U(\mathbf{r}) = Ae^{-i\mathbf{k}\cdot\mathbf{r}}$$

$$U(\mathbf{r}) = \frac{A}{r} e^{-ikr}$$

$$U(\mathbf{r}) = \frac{A}{z} e^{-ikz} e^{-ik\frac{x^2+y^2}{2z}}$$

Ondas paraxiais

$$U(\mathbf{r}) = A(\mathbf{r})e^{-ikz}$$

$$\nabla_T^2 A - i2k \frac{\partial A}{\partial z} = 0$$

Modo Gaussiano TEM₀₀

$$U(\rho, z) = A_0 \frac{W_0}{W(z)} e^{-\frac{\rho^2}{W^2(z)}} e^{-i\left[kz + \frac{k\rho^2}{2R(z)} - \zeta(z)\right]} \quad z_0 = \frac{\pi W_0^2}{\lambda}$$

$$W(z) = W_0 \left[1 + \left(\frac{z}{z_0}\right)^2 \right]^{1/2} \quad R(z) = z \left[1 + \left(\frac{z_0}{z}\right)^2 \right] \quad \zeta(z) = \text{atan}(z / z_0)$$

Modos de Hermite / Laguerre - Gauss

$$U_{l,m}(x, y, z) = A_{l,m} \frac{W_0}{W(z)} \mathbb{G}_l \left[\frac{\sqrt{2}x}{W(z)} \right] \mathbb{G}_m \left[\frac{\sqrt{2}y}{W(z)} \right] e^{-ikz - ik\frac{x^2+y^2}{2R(z)} + (l+m+1)\zeta(z)} \quad \mathbb{G}_l(u) = \mathbb{H}_l(u) e^{-\frac{u^2}{2}}$$

$$U_{l,m}(\rho, \varphi, z) = A_{l,m} \frac{W_0}{W(z)} \left(\frac{\rho}{W(z)}\right)^{|l|} L_m^{|l|} \left[\frac{2\rho^2}{W^2(z)}\right] e^{-ikz - ik\frac{\rho^2}{2R(z)} - i l \varphi + (l+2m+1)\zeta(z)} \quad \rho^2 = x^2 + y^2$$

Modos de Bessel

$$U(\mathbf{r}) = A(x, y)e^{-i\beta z}$$

$$\nabla_T^2 A + k_T^2 A = 0$$

$$A(x, y) = A_m J_m(k_T \rho) e^{-im\varphi}, \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

$$k_T^2 + \beta^2 = k^2$$

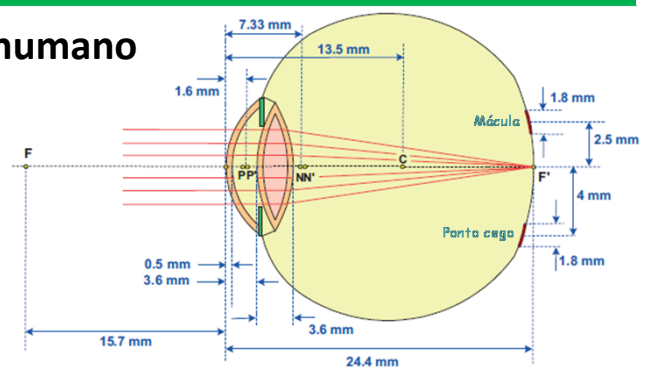
$$\nabla_T^2 = \partial^2 / \partial x^2 + \partial^2 / \partial y^2$$

SUPERFÍCIE	NÃO ACOMODADO (NA)				ACOMODADO (A)			
	Z	R	n	K	Z	R	n	K
Córnea - 1ª superfície	0	7,7000	1,3760	48,83	0,0000	7,7000	1,3760	48,8300
Córnea - 2ª superfície	0,5	6,8000	1,3360	-5,88	0,5000	6,8000	1,3360	-5,8800
Críсталino - 1ª superfície	3,6	10,0000	1,4085	5	3,2000	5,3300	1,4260	9,3750
Críсталino - 2ª superfície	7,2	-6,0000	1,3360	8,33	7,2000	-5,3300	1,3360	9,3750

GRANDEZA FÍSICA	CÓRNEA		CRISTALINO		OLHO COMPLETO		
	NA	A	NA	A	NA	A	
Potência	K	43,053	43,053	19,11	33,06	58,636	70,57
Ponto Principal Objecto	Z(H)	-0,0496	-0,0496	5,678	5,145	1,348	1,772
Ponto Principal Imagem	Z(H')	-0,0506	-0,0506	5,807	5,225	1,602	2,086
Ponto Focal Objecto	Z(F)					-15,707	-12,397
Ponto Focal Imagem	Z(F')					24,387	21,016
Distância focal Objecto	f	23,227	23,227	69,908	40,416	17,055	14,619
Distância focal Imagem	f'	31,031	31,031	69,908	40,416	22,785	18,93
Ponto Nodal Objecto	Z(N)					7,078	6,533
Ponto Nodal Imagem	Z(N')					7,332	6,847
Posição da Pupila de Entrada						3,045	2,667
Posição da Pupila de Saída						3,664	3,211

Distâncias focais e posições relativas ao vértice da córnea (z=0), em mm

Olho humano



Difracção

$$U(x_0, y_0) = \frac{1}{i\lambda} \iint_{\Sigma} U(x_1, y_1) \frac{e^{ikr_{01}}}{r_{01}} \cos\theta \, dx_1 dy_1$$

$$U(x, y) = \frac{e^{ikz}}{i\lambda z} \iint_{-\infty}^{\infty} U(\xi, \eta) e^{-i\frac{k}{2z}[(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2]} d\xi d\eta$$

$$U(x, y) = \frac{e^{ikz} e^{-i\frac{k}{2z}(x^2+y^2)}}{i\lambda z} \iint_{-\infty}^{\infty} U(\xi, \eta) e^{-i\frac{2\pi}{\lambda z}(x\xi+y\eta)} d\xi d\eta = \frac{e^{ikz} e^{-i\frac{k}{2z}(x^2+y^2)}}{i\lambda z} \mathcal{F}\{U\}_{f_x=\frac{x}{\lambda z}, f_y=\frac{y}{\lambda z}}$$

Transformação de Fourier

$$\mathcal{F}\{g\} = G(f_x, f_y) = \iint_{-\infty}^{\infty} g(x, y) e^{-i2\pi(f_x x + f_y y)} dx dy$$

$$\iint_{-\infty}^{\infty} |g(x, y)|^2 dx dy = \iint_{-\infty}^{\infty} |G(f_x, f_y)|^2 df_x df_y$$

$$\mathcal{F}^{-1}\{G\} = g(x, y) = \iint_{-\infty}^{\infty} G(f_x, f_y) e^{+i2\pi(f_x x + f_y y)} df_x df_y$$

$$g \star \star \delta = \iint_{-\infty}^{\infty} g(x, y) \delta(x - \xi, y - \eta) dx dy = g(\xi, \eta)$$

$$\mathcal{F}\left\{ \iint_{-\infty}^{\infty} g(\xi, \eta) h(x - \xi, y - \eta) d\xi d\eta \right\} = G(f_x, f_y) H(f_x, f_y)$$

$$\mathcal{F}\mathcal{F}^{-1}\{g(x, y)\} = \mathcal{F}^{-1}\mathcal{F}\{g(x, y)\} = g(x, y)$$

$$\mathcal{F}\{gh\} = G(f_x, f_y) \star \star H(f_x, f_y)$$

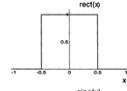
$$\mathcal{F}\{\alpha g + \beta h\} = \alpha \mathcal{F}\{g\} + \beta \mathcal{F}\{h\} = \alpha G(f_x, f_y) + \beta H(f_x, f_y)$$

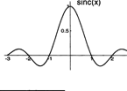
$$\mathcal{F}\{g(x - a, y - b)\} = G(f_x, f_y) e^{-i2\pi(f_x a + f_y b)}$$

$$\mathcal{F}\left\{ \iint_{-\infty}^{\infty} g(\xi, \eta) g^*(\xi - x, \eta - y) d\xi d\eta \right\} = \mathcal{F}\{g \otimes \otimes g\} = |G(f_x, f_y)|^2$$

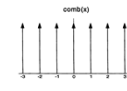
$$\mathcal{F}\{g(ax, by)\} = \frac{1}{|ab|} G\left(\frac{f_x}{a}, \frac{f_y}{b}\right)$$

J. Goodman, Introduction to Fourier Optics (3ª edição, 2005), Cap. 2

$\text{rect}(x) = \begin{cases} 1 & |x| < \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & |x| = \frac{1}{2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$


$\text{sinc}(x) = \frac{\sin(\pi x)}{\pi x}$


$\text{circ}(\sqrt{x^2 + y^2}) = \begin{cases} 1 & \sqrt{x^2 + y^2} < 1 \\ \frac{1}{2} & \sqrt{x^2 + y^2} = 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$

$\text{comb}(x) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(x - n)$


$\text{comb} \frac{x-x_0}{b} = |b| \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(x - x_0 - nb)$

Function	Transform
$\exp[-\pi(a^2 x^2 + b^2 y^2)]$	$\frac{1}{ ab } \exp\left[-\pi\left(\frac{f_x^2}{a^2} + \frac{f_y^2}{b^2}\right)\right]$
$\text{rect}(ax) \text{rect}(by)$	$\frac{1}{ ab } \text{sinc}(f_x/a) \text{sinc}(f_y/b)$
$\delta(ax, by)$	$\frac{1}{ ab }$
$\exp[j\pi(ax + by)]$	$\delta(f_x - a/2, f_y - b/2)$
$\text{comb}(ax) \text{comb}(by)$	$\frac{1}{ ab } \text{comb}(f_x/a) \text{comb}(f_y/b)$
$\exp[j\pi(a^2 x^2 + b^2 y^2)]$	$\frac{j}{ ab } \exp\left[-j\pi\left(\frac{f_x^2}{a^2} + \frac{f_y^2}{b^2}\right)\right]$
$\exp[-(a x + b y)]$	$\frac{1}{ ab } \frac{2}{1 + (2\pi f_x/a)^2} \frac{2}{1 + (2\pi f_y/b)^2}$

$$\cos(2\pi f_0 x) = \frac{e^{+i2\pi f_0 x} + e^{-i2\pi f_0 x}}{2}$$

$$\frac{1}{2} [\delta(f_x - f_0) + \delta(f_x + f_0)]$$

$$\sin(2\pi f_0 x) = \frac{e^{+i2\pi f_0 x} - e^{-i2\pi f_0 x}}{2i}$$

$$\frac{1}{2i} [\delta(f_x - f_0) - \delta(f_x + f_0)]$$

Dieléctricos. Metais

$$\mathcal{P} = \epsilon_0 \chi \mathcal{E} + \mathcal{P}_{\text{NL}}$$

$$\mathcal{P}_{\text{NL}} = 2d\mathcal{E}^2 + 4\chi^{(3)}\mathcal{E}^3 + \dots$$

$$k = \beta - i\frac{\alpha}{2} = k_0 \sqrt{1 + \chi' + i\chi''}$$

$$n - j\frac{\alpha}{2k_0} = \sqrt{\epsilon/\epsilon_0} = \sqrt{1 + \chi' + j\chi''}$$

$$\chi(\nu) = \chi_0 \frac{\nu_0^2}{\nu_0^2 - \nu^2 + j\nu \Delta\nu}$$

$$\chi'(\nu) = \chi_0 \frac{\nu_0^2 (\nu_0^2 - \nu^2)}{(\nu_0^2 - \nu^2)^2 + (\nu \Delta\nu)^2}$$

$$\chi''(\nu) = -\chi_0 \frac{\nu_0^2 \nu \Delta\nu}{(\nu_0^2 - \nu^2)^2 + (\nu \Delta\nu)^2}$$

Absorção fraca

 $n \approx \sqrt{1 + \chi'}$
 $\alpha \approx -\frac{k_0}{n} \chi''$

$$\epsilon_e = \epsilon + \frac{\sigma}{j\omega}$$

$$n \approx \sqrt{\sigma/2\omega\epsilon_0}$$

$$\alpha \approx \sqrt{2\omega\mu_0\sigma}$$

$$d_p = 1/\alpha = 1/\sqrt{2\omega\mu_0\sigma}$$

$$n \approx (1 + j)\sqrt{\omega\mu_0/2\sigma}$$

$$\epsilon_e = \epsilon_0 \left(1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2}\right)$$

$$k = \beta - j\frac{1}{2}\alpha = \omega\sqrt{\epsilon_e\mu_0}$$

$$\omega_p = \sqrt{\frac{\sigma}{\epsilon_0\tau_c}} = \sqrt{\frac{Ne^2}{m\epsilon_0}}$$

$$n - j\alpha/2k_0 = \sqrt{\epsilon_e/\epsilon_0}$$