

Задания для самостоятельной работы студентов модуль 7

«Волновая оптика».....	3
Тема 1. Интерференция света от двух точечных источников...	3
Тема 2. Интерференция света в тонких пленках	12
Тема 3. Интерференционные приборы	21
Тема 4. Зоны Френеля.....	25
Тема 5. Дифракция на щели. Дифракционная решетка	30
Тема 6. Дифракция на кристаллической решетке	38
Тема 7. Закон Брюстера. Закон Малюса	40
Тема 8. Степень поляризации света	47
Тема 9. Вращение плоскости поляризации	49

Таблица вариантов для модуля 7

№ вар	Номера задач									
1	7.1	7.70	7.96	7.159	7.182	7.270	7.225	7.289	7.335	7.344
2	7.2	7.71	7.97	7.160	7.181	7.271	7.226	7.290	7.336	7.345
3	7.3	7.51	7.98	7.161	7.180	7.272	7.227	7.291	7.349	7.346
4	7.4	7.52	7.99	7.162	7.179	7.273	7.228	7.292	7.380	7.347
5	7.5	7.53	7.100	7.148	7.178	7.274	7.229	7.293	7.337	7.348
6	7.6	7.54	7.101	7.149	7.177	7.275	7.230	7.394	7.338	7.349
7	7.7	7.110	7.102	7.150	7.168	7.276	7.231	7.295	7.303	7.350
8	7.8	7.111	7.103	7.151	7.169	7.235	7.232	7.296	7.304	7.351
9	7.9	7.112	7.104	7.152	7.170	7.236	7.233	7.297	7.305	7.352
10	7.10	7.113	7.105	7.153	7.171	7.237	7.234	7.298	7.306	7.353
11	7.11	7.114	7.106	7.163	7.172	7.256	7.238	7.299	7.307	7.354
12	7.12	7.115	7.107	7.164	7.173	7.257	7.239	7.300	7.308	7.355
13	7.13	7.116	7.108	7.165	7.174	7.258	7.240	7.301	7.309	7.356
14	7.14	7.117	7.109	7.166	7.175	7.259	7.241	7.302	7.310	7.357
15	7.15	7.118	7.127	7.159	7.176	7.260	7.242	7.303	7.289	7.358
16	7.16	7.119	7.128	7.160	7.371	7.261	7.243	7.304	7.290	7.360
17	7.17	7.120	7.129	7.161	7.372	7.262	7.244	7.305	7.291	7.361
18	7.18	7.121	7.130	7.162	7.373	7.263	7.245	7.306	7.292	7.362
19	7.19	7.122	7.131	7.148	7.374	7.264	7.246	7.307	7.293	7.363
20	7.20	7.143	7.132	7.149	7.375	7.263	7.247	7.308	7.294	7.369
21	7.21	7.144	7.55	7.150	7.376	7.264	7.248	7.309	7.295	7.370
22	7.22	7.145	7.56	7.151	7.198	7.265	7.249	7.310	7.296	7.364
23	7.23	7.146	7.57	7.152	7.199	7.266	7.250	7.311	7.297	7.365
24	7.24	7.123	7.58	7.153	7.183	7.267	7.251	7.312	7.298	7.366
25	7.25	7.124	7.59	7.165	7.184	7.268	7.252	7.313	7.299	7.367
26	7.26	7.125	7.60	7.164	7.185	7.269	7.253	7.315	7.300	7.368
27	7.27	7.126	7.61	7.163	7.186	7.201	7.254	7.316	7.301	7.344
28	7.28	7.73	7.62	7.166	7.187	7.202	7.255	7.317	7.302	7.345
29	7.29	7.74	7.63	7.159	7.188	7.203	7.278	7.318	7.339	7.346
30	7.30	7.75	7.64	7.160	7.189	7.204	7.279	7.319	7.340	7.347
31	7.31	7.76	7.65	7.161	7.190	7.205	7.280	7.320	7.314	7.348
32	7.32	7.77	7.66	7.162	7.191	7.206	7.281	7.321	7.341	7.349
33	7.33	7.78	7.67	7.148	7.192	7.207	7.282	7.322	7.342	7.350
34	7.34	7.79	7.68	7.149	7.193	7.208	7.283	7.323	7.335	7.351
35	7.35	7.80	7.69	7.150	7.194	7.209	7.284	7.324	7.336	7.352
36	7.36	7.81	7.133	7.151	7.195	7.210	7.285	7.325	7.379	7.353
37	7.37	7.82	7.134	7.152	7.196	7.211	7.286	7.326	7.380	7.354
38	7.38	7.83	7.135	7.153	7.197	7.212	7.287	7.327	7.237	7.355
39	7.39	7.84	7.136	7.165	7.371	7.213	7.278	7.328	7.238	7.356
40	7.40	7.85	7.137	7.164	7.372	7.214	7.279	7.329	7.315	7.357
41	7.41	7.86	7.138	7.163	7.376	7.215	7.280	7.330	7.316	7.358
42	7.42	7.87	7.139	7.166	7.374	7.216	7.281	7.331	7.317	7.360
43	7.43	7.88	7.140	7.159	7.375	7.217	7.282	7.332	7.318	7.361
44	7.44	7.89	7.141	7.160	7.373	7.218	7.283	7.333	7.319	7.362
45	7.45	7.90	7.142	7.161	7.198	7.219	7.284	7.334	7.320	7.363
46	7.46	7.91	7.143	7.148	7.199	7.220	7.285	7.339	7.321	7.369
47	7.47	7.92	7.144	7.149	7.337	7.221	7.286	7.340	7.322	7.370
48	7.48	7.93	7.145	7.150	7.378	7.222	7.287	7.314	7.323	7.364
49	7.49	7.94	7.146	7.151	7.196	7.223	7.278	7.341	7.324	7.365
50	7.50	7.95	7.64	7.152	7.197	7.224	7.279	7.342	7.325	7.366

«Волновая оптика»

Тема 1. Интерференция света от двух точечных источников

7.1. Сколько длин волн монохроматического света с частотой колебаний ν Гц уложится на пути длиной $l = 1,2$ мм в вакууме?

7.2. Сколько длин волн монохроматического света с частотой колебаний $\nu = 5 \cdot 10^{14}$ Гц уложится на пути длиной $l = 1,2$ мм в стекле?

7.3. Определить длину l_1 отрезка, на котором укладывается столько же длин волн в вакууме, сколько их укладывается на отрезке $l_2 = 3$ мм в воде.

7.4. Какой длины l_1 путь пройдет фронт волны монохроматического света в вакууме за то же время, за какое он проходит путь длиной $l_2 = 1$ м в воде?

7.5. На пути световой волны, идущей в воздухе, поставили стеклянную пластинку толщиной $h = 1$ мм. На сколько изменится оптическая длина пути, если волна падает на пластинку нормально?

7.6. На пути световой волны, идущей в воздухе, поставили стеклянную пластинку толщиной $h = 1$ мм. На сколько изменится оптическая длина пути, если волна падает на пластинку под углом $\varepsilon = 30^\circ$?

7.7. На пути монохроматического света с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм находится плоскопараллельная стеклянная пластина толщиной $d = 0,1$ мм. Свет падает на пластину нормально. На какой угол φ следует повернуть пластину, чтобы оптическая длина пути L изменилась на $\lambda/2$?

7.8. Два параллельных пучка световых волн I и II падают на стеклянную призму с преломляющим углом $\vartheta = 30^\circ$ и после преломления выходят из нее (рис. 1). Найти оптическую разность хода Δ световых волн после преломления их призмой.

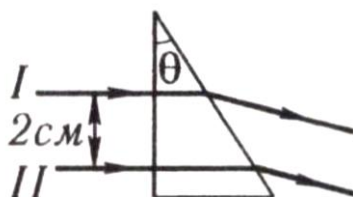


Рис. 1

7.9. Оптическая разность хода Δ двух интерферирующих волн монохроматического света равна $0,3\lambda$. Определить разность фаз $\Delta\varphi$.

7.10. Найти все длины волн видимого света (от $0,76$ до $0,38$ мкм), которые будут максимально усилены при оптической разности хода Δ интерферирующих волн, равной $1,8$ мкм.

7.11. Найти все длины волн видимого света (от 0,76 до 0,38 мкм), которые будут максимально ослаблены при оптической разности хода Δ интерферирующих волн, равной 1,8 мкм.

7.12. Расстояние d между двумя когерентными источниками света ($\lambda = 0,5$ мкм) равно 0,1 мм. Расстояние b между интерференционными полосами на экране в средней части интерференционной картины равно 1 см. Определить расстояние l от источников до экрана.

7.13. Расстояние d между двумя щелями в опыте Юнга равно 1 мм, расстояние l от щелей до экрана равно 3 м. Определить длину волны λ , испускаемой источником монохроматического света, если ширина b полос интерференции на экране равна 1,5 мм.

7.14. В опыте Юнга расстояние d между щелями равно 0,8 мм, длина волны $\lambda = 640$ нм. На каком расстоянии l от щелей следует расположить экран, чтобы ширина b интерференционной полосы оказалась равной 2 мм?

7.15. В опыте с зеркалами Френеля расстояние d между мнимыми изображениями источника света равно 0,5 мм, расстояние l от них до экрана равно 3 м. Длина волны $\lambda = 0,6$ мкм. Определить ширину b полос интерференции на экране.

7.16. Источник S света ($\lambda = 0,6$ мкм) и плоское зеркало M расположены, как показано на рис. 2 (зеркало Ллойда). Что будет наблюдаться в точке P экрана, где сходятся лучи SP и SMP , - свет или темнота, если $|SP| = r = 2$ м, $a = 0,55$ мм, $|SM| = |MP|$?

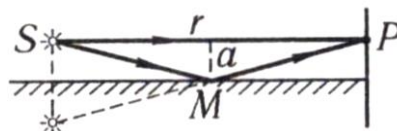


Рис. 2

7.17. Во сколько раз увеличится расстояние между соседними интерференционными полосами на экране в опыте Юнга, если зеленый светофильтр ($\lambda = 500$ нм) заменить красным ($\lambda = 650$ нм)?

7.18. В опыте Юнга отверстия освещались монохроматическим светом длиной волны $\lambda = 600$ нм, расстояние между отверстиями l мм и расстояние от отверстий до экрана 3 м. Найти положение трех первых светлых полос.

7.19. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника света было равно 0,5 мм, расстояние до экрана 5 м. В зеленом свете получились интерференционные полосы на расстоянии 5 мм друг от друга. Найти длину волны зеленого света.

7.20. В опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей помещалась тонкая стеклянная пластинка, вследствие чего центральная светлая полоса смещалась в положение, первоначально занятое пятой

светлой полосой (не считая центральной). Луч падает на пластинку перпендикулярно. Показатель преломления пластинки 1,5. Длина волны 600 нм. Какова толщина пластинки?

7.21. В опыте Юнга стеклянная пластинка толщиной 2 см помещается на пути одного из интерферирующих лучей перпендикулярно лучу. На сколько могут отличаться друг от друга значения показателя преломления в различных местах пластинки, чтобы изменение разности хода от этой неоднородности не превышало 1 мкм?

7.22. Пучок лазерного излучения с $\lambda = 632,8$ нм падает по нормали на преграду с двумя узкими щелями, расстояние между которыми $d = 5,00$ мм. На экране, установленном за преградой, наблюдается система интерференционных полос. В какую сторону и на какое число полос сместится интерференционная картина, если одну из щелей перекрыть прозрачной пластинкой толщины $a = 10,0$ мкм, изготовленной из материала с показателем преломления $n = 1,633$?

7.23. Пучок солнечных лучей, пройдя через светофильтр и узкую щель в непрозрачной преграде, падал на вторую преграду с двумя узкими щелями, находящимися на расстоянии $d = 1,00$ мм друг от друга. За преградой на расстоянии $l = 1,00$ м располагался экран, на котором наблюдались интерференционные полосы. Ширина полосы оказалась равной 0,65 мм для красного света. Чему равна длина световой волны λ ?

7.24. Пучок солнечных лучей, пройдя через светофильтр и узкую щель в непрозрачной преграде, падал на вторую преграду с двумя узкими щелями, находящимися на расстоянии $d = 1,00$ мм друг от друга. За преградой на расстоянии $l = 1,00$ м располагался экран, на котором наблюдались интерференционные полосы. Ширина полосы оказалась равной 0,45 мм для синего света. Чему равна длина световой волны λ ?

7.25. Световая волна, падающая на экран Э непосредственно от светящейся щели S, интерферирует с волной, отразившейся от зеркала З (рис. 3). Пусть расстояние от щели до плоскости зеркала $h = 1,00$ мм, расстояние от щели до экрана $l = 1,00$ м, длина световой волны $\lambda = 500$ нм. Определить ширину интерференционных полос Δx .

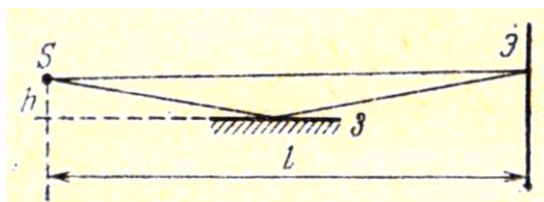


Рис. 3

7.26. Световая волна, падающая на экран Э непосредственно от светящейся щели S, интерферирует с волной, отразившейся от зеркала З

(рис. 3). Пусть расстояние от щели до плоскости зеркала $h = 1,00$ мм, расстояние от щели до экрана $l = 1,00$ м, длина световой волны $\lambda = 500$ нм. Определить при какой минимальной ширине щели b_{\min} интерференционная картина на экране полностью исчезнет.

7.27. На стеклянную пластинку положена выпуклой стороной плоско-выпуклая линза. При нормальном падении на плоскую границу линзы красного света ($\lambda = 610$ нм) радиус 5-го светлого кольца Ньютона оказывается равным $r_5 = 5,00$ мм. Определить радиус кривизны R выпуклой границы линзы.

7.28. На стеклянную пластинку положена выпуклой стороной плоско-выпуклая линза. При нормальном падении на плоскую границу линзы красного света ($\lambda = 610$ нм) радиус 5-го светлого кольца Ньютона оказывается равным $r_5 = 5,00$ мм. Определить оптическую силу Φ линзы (показатель преломления линзы принять равным 1,50, линзу считать тонкой).

7.29. На стеклянную пластинку положена выпуклой стороной плоско-выпуклая линза. При нормальном падении на плоскую границу линзы красного света ($\lambda = 610$ нм) радиус 5-го светлого кольца Ньютона оказывается равным $r_5 = 5,00$ мм. Определить радиус r_3 3-го светлого кольца.

7.30. Во сколько раз возрастет радиус m -го кольца Ньютона при увеличении длины световой волны в полтора раза?

7.31. Определить длину отрезка l_1 , на котором укладывается столько же длин волн монохроматического света в вакууме, сколько их укладывается на отрезке $l_2 = 5$ мм в стекле. Показатель преломления стекла $n_2 = 1,5$.

7.32. Два параллельных световых пучка, отстоящих друг от друга на расстоянии $d = 5$ см, падают на кварцевую призму ($n = 1,49$) с преломляющим углом $\alpha = 25^\circ$ (рис. 4). Определить оптическую разность хода Δ этих пучков после преломления их призмой.

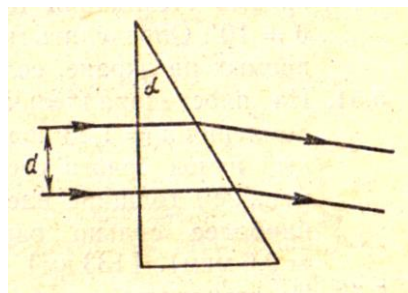


Рис. 4

7.33. В опыте Юнга расстояние между щелями $d = 1$ мм, а расстояние l от щелей до экрана равно 3 м. Определить положение первой светлой полосы, если щели освещать монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм.

7.34. В опыте Юнга расстояние между щелями $d = 1$ мм, а расстояние l от щелей до экрана равно 3 м. Определить положение третьей темной полосы, если щели освещать монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм.

7.35. В опыте с зеркалами Френеля расстояние d между мнимыми изображениями источника света равно 0,5 мм, расстояние l от них до экрана равно 5 м. В желтом свете ширина интерференционных полос равна 6 мм. Определить длину волны желтого света.

7.36. Расстояние между двумя щелями в опыте Юнга $d = 0,5$ мм ($\lambda = 0,6$ мкм). Определить расстояние l от щелей до экрана, если ширина Δx интерференционных полос равна 1,2 мм.

7.37. В опыте Юнга расстояние l от щелей до экрана равно 3 м. Определить угловое расстояние между соседними светлыми полосами, если третья светлая полоса на экране отстоит от центра интерференционной картины на расстоянии 4,5 мм.

7.38. Если в опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей поместить перпендикулярно этому лучу тонкую стеклянную пластинку ($n = 1,5$), то центральная светлая полоса смещается в положение, первоначально занимаемое пятой светлой полосой. Длина волны $\lambda = 0,5$ мкм. Определить толщину пластинки.

7.39. Определить, во сколько раз изменится ширина интерференционных полос на экране в опыте с зеркалами Френеля, если фиолетовый светофильтр (0,4 мкм) заменить красным (0,7 мкм).

7.40. Расстояние от бипризмы Френеля до узкой щели и экрана соответственно равны $a = 30$ см и $b = 1,5$ м. Бипризма стеклянная ($n = 1,5$) с преломляющим углом $\vartheta = 20'$. Определить длину волны света, если ширина интерференционных полос $\Delta x = 0,65$ мм.

7.41. Расстояния от бипризмы Френеля до узкой щели и экрана соответственно равны $a = 48$ см и $b = 6$ м. Бипризма стеклянная ($n = 1,5$) с преломляющим углом $\vartheta = 10'$. Определить максимальное число полос, наблюдаемых на экране, если $\lambda = 600$ нм.

7.42. Для наблюдения интерференции от зеркал Френеля два плоских зеркала расположили под углом $\varphi = 5 \cdot 10^{-3}$ рад на расстоянии $l = 4,9$ м от экрана и $r = 10$ см от узкой щели, параллельной обоим зеркалам. Расстояние между соседними темными полосами на экране составило 2,5 мм. Определить длину волны света.

7.43. Зеркала Френеля расположены так, что ребро между ними находится на расстоянии $r = 20$ см от параллельной ему щели и на расстоянии $L = 180$ см от экрана. Какой угол φ должны образовывать зеркала, чтобы на экране расстояние от произвольной первой до пятой

темной полосы равнялось 14 мм, при освещении красным светом $\lambda = 700$ ммк?

7.44. Каким будет расстояние между соседними светлыми полосами в интерференционной картине от зеркал Френеля предыдущей задачи, если щель освещать светом с $\lambda = 600$ ммк?

7.45. В опыте Ллойда в качестве отражающей взята поверхность стеклянной пластинки, а источником света служит параллельная ей щель, середина которой находится на расстоянии 1 мм от продолжения отражающей поверхности. Экран находится на расстоянии 4 м от щели; $\lambda = 7000 \text{ \AA}$. На каком расстоянии от середины центральной полосы будет третья светлая полоса?

7.46. Определить допустимые размеры точечных источников света, дающих интерференционную картину. У к а з а н и е . Каждый из источников света протяженностью d разбить на две половины и уже половины следует считать точечными источниками. Сдвиг между интерференционными картинками на $\frac{d}{2}$ не должен превышать половины расстояния между соседними светлой и темной полосами.

7.47. Какую ширину может иметь щель в задачах 42, 45, чтобы наблюдаемые полосы были еще достаточно четкими?

7.48. В опыте Ллойда взята щель шириной $d = 0,5$ мм, $t = 2$ м и $\lambda = 5000 \text{ \AA}$. На каком наименьшем расстоянии L от щели нужно поместить экран, чтобы на нем можно было наблюдать четкую интерференционную картину?

7.49. Во сколько раз в опыте Юнга нужно изменить расстояние до экрана, чтобы 5-я светлая полоса новой интерференционной картины оказалась на том же расстоянии от нулевой, что и 3-я в прежней картине? То же для четвертой темной и шестой светлой. То же для третьей темной и седьмой темной.

7.50. Расстояние между щелями в опыте Юнга $t = 0,5$ мм и $\lambda = 550$ ммк. Каково расстояние от щелей до экрана, если расстояние между соседними темными полосами на нем равно 1 мм?

7.51. В прозрачной жидкости с показателем преломления n проводится опыт Юнга. Вывести выражения для расстояний светлой и темной полос от нулевой.

7.52. В опыте Юнга берется вначале монохроматический свет с длиной волны λ_1 , затем - λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$). При каком значении k k -я темная полоса во втором случае окажется не ближе $(k + 1)$ -й темной полосы в первом. Вычисления провести для $\lambda_1 = 500$ ммк и $\lambda_2 = 700$ ммк.

7.53. В опыте Юнга вначале берется свет с длиной волны $\lambda_1 = 660$ мкм, а затем λ_2 . Какова длина волны во втором случае, если 7-я светлая полоса в первом случае совпадает с 10-й темной во втором?

7.54. На пути одного из интерферирующих лучей помещается стеклянная пластинка толщиной 12 мкм. Определить, на сколько полос сместится интерференционная картина, если показатель преломления стекла $n = 1,5$; длина волны света $\lambda = 750$ мкм и свет падает на пластинку нормально.

7.55. В некоторую точку пространства приходят два пучка когерентного излучения с оптической разностью хода 2,0 мкм. Определить, произойдет усиление или ослабление в этой точке света с длиной волны 760 нм; 600 нм; 400 нм.

7.56. В некоторую точку пространства приходят две когерентные волны светового излучения с геометрической разностью хода 1,2 мкм, длина которых в вакууме составляет 600 нм. Определить, что произойдет в этой точке вследствие интерференции в воздухе.

7.57. В некоторую точку пространства приходят две когерентные волны светового излучения с геометрической разностью хода 1,2 мкм, длина которых в вакууме составляет 600 нм. Определить, что произойдет в этой точке вследствие интерференции в воде.

7.58. В некоторую точку пространства приходят две когерентные волны светового излучения с геометрической разностью хода 1,2 мкм, длина которых в вакууме составляет 600 нм. Определить, что произойдет в этой точке вследствие интерференции в стекле с показателем преломления 1,5.

7.59. Излучение с длиной волны 480 нм от двух когерентных источников, расстояние между которыми 120 мкм, попадает на экран. Расстояние от источников света до экрана равно 3,6 м. Вследствие интерференции на экране получают чередующиеся темные и светлые полосы. Определить расстояние между центрами двух соседних темных полос на экране.

7.60. Излучение с длиной волны 480 нм от двух когерентных источников, расстояние между которыми 120 мкм, попадает на экран. Расстояние от источников света до экрана равно 3,6 м. Вследствие интерференции на экране получают чередующиеся темные и светлые полосы. Чему будет равно расстояние между центрами двух соседних темных полос на экране, если интерферировать будет излучение с длиной волны 650 нм?

7.61. При наблюдении в воздухе интерференции света от двух когерентных источников излучения на экране видны чередующиеся темные и светлые полосы. Что произойдет с шириной полос, если наблюдение производить в воде, сохраняя все остальные условия опыта неизменными?

7.62. С помощью бипризмы Френеля получены два мнимых источника S_1 и S_2 монохроматического света с длиной волны 560 нм. Расстояние от них до экрана $l = 3,2$ м (рис. 5). Через точку B на расстоянии $x = 28$ мм от центра экрана O (на рисунке масштаб не выдержан) проходит третья темная полоса, считая от центральной темной полосы, проходящей через точку O . Определить расстояние между мнимыми источниками света.

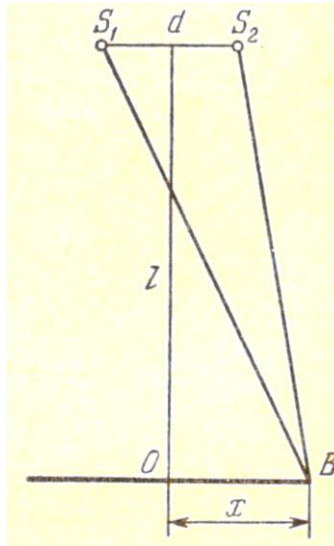


Рис. 5

7.63. Экран освещается светом с длиной волны 590 нм, идущим от двух когерентных источников S_1 и S_2 , расстояние между которыми 200 мкм, причем на расстоянии 15 мм от центра экрана O (см. рис. 5) через точку B проходит центр второй темной интерференционной полосы, считая от точки O . Определить расстояние от источников света до экрана.

7.64. Два когерентных источника света, расстояние между которыми равно 0,24 мм, удалены от экрана на 2,5 м, причем на экране наблюдаются чередующиеся темные и светлые полосы. Установлено, что на расстоянии 5,0 см уместится 10,5 полосы. Чему равна длина волны падающего на экран света?

7.65. При наблюдении интерференции от двух мнимых источников монохроматического света с длиной волны 520 нм оказалось, что на экране длиной 4,0 см уместится 8,5 полосы. Определить расстояние между источниками света, если от них до экрана 2,75 м.

7.66. Когерентные источники белого света, расстояние между которыми 0,32 мм, имеют вид узких щелей. Экран, на котором наблюдают интерференцию света от этих источников, находится на расстоянии 3,2 м от них. Найти расстояние между красной ($\lambda_k = 760$ нм) и фиолетовой ($\lambda_\phi = 400$ нм) линиями второго интерференционного спектра на экране.

7.67. Определить расстояние между когерентными источниками белого света, если на экране расстояние между красной и фиолетовой линиями (см. задачу 66) интерференционного спектра первого порядка составляет 5,6 мм. Расстояние от источников света до экрана равно 2,6 м.

7.68. Какую наименьшую толщину должна иметь пластинка, сделанная из материала с показателем преломления 1,54, чтобы при ее освещении лучами с длиной волны 750 нм, перпендикулярными к поверхности пластинки, она в отраженном свете казалась красной? Черной?

7.69. Тонкая пленка толщиной 0,50 мкм освещается светом с длиной волны 590 нм. Какой будет казаться эта пленка в проходящем свете, если показатель преломления вещества пленки равен 1,48, а лучи направлены перпендикулярно к поверхности пленки?

7.70. Найти графически амплитуду колебания, которое возникает в результате сложения следующих трех колебаний одного направления: $\xi_1 = a \cos \omega t$, $\xi_2 = 2a \sin \omega t$, $\xi_3 = 1,5a \cos(\omega t + \pi/3)$.

7.71. Плоская монохроматическая световая волна падает нормально на диафрагму с двумя узкими щелями, отстоящими друг от друга на $d = 2,5$ мм. На экране, расположенном за диафрагмой на $l = 100$ см, образуется система интерференционных полос. На какое расстояние и в какую сторону сместятся эти полосы, если одну из щелей перекрыть стеклянной пластинкой толщины $h = 10$ мкм?

Тема 2. Интерференция света в тонких пленках

7.72. При некотором расположении зеркала Ллойда ширина b интерференционной полосы на экране оказалась равной 1 мм. После того как зеркало сместили параллельно самому себе на расстояние $\Delta d = 0,3$ мм, ширина интерференционной полосы изменилась. В каком направлении и на какое расстояние Δl следует переместить экран, чтобы ширина интерференционной полосы осталась прежней? Длина волны λ монохроматического света равна 0,6 мкм.

7.73. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной $d = 1,2$ мкм и показателем преломления $n = 1,5$ помещена между двумя средами с показателями преломления n_1 и n_2 (рис. 6). Свет с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм падает нормально на пластинку. Определить оптическую разность хода Δ волн 1 и 2, отраженных от верхней и нижней поверхностей пластинки, и указать, усиление или ослабление интенсивности света происходит при интерференции в следующих случаях: $n_1 < n < n_2$.

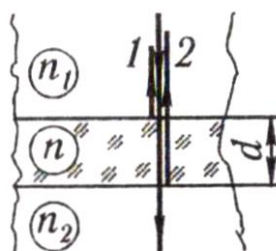


Рис. 6

7.74. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной $d = 1,2$ мкм и показателем преломления $n = 1,5$ помещена между двумя средами с показателями преломления n_1 и n_2 (рис. 6). Свет с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм падает нормально на пластинку. Определить оптическую разность хода Δ волн 1 и 2, отраженных от верхней и нижней поверхностей пластинки, и указать, усиление или ослабление интенсивности света происходит при интерференции в следующих случаях: $n_1 > n > n_2$.

7.75. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной $d = 1,2$ мкм и показателем преломления $n = 1,5$ помещена между двумя средами с показателями преломления n_1 и n_2 (рис. 6). Свет с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм падает нормально на пластинку. Определить оптическую разность хода Δ волн 1 и 2, отраженных от верхней и нижней поверхностей пластинки, и указать, усиление или ослабление интенсивности света происходит при интерференции в следующих случаях: $n_1 < n > n_2$.

7.76. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной $d = 1,2$ мкм и показателем преломления $n = 1,5$ помещена между двумя средами с

показателями преломления n_1 и n_2 (рис. 6). Свет с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм падает нормально на пластинку. Определить оптическую разность хода Δ волн 1 и 2, отраженных от верхней и нижней поверхностей пластинки, и указать, усиление или ослабление интенсивности света происходит при интерференции в следующих случаях: $n_1 > n < n_2$.

7.77. На мыльную пленку ($n = 1,3$), находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине d пленки отраженный свет с длиной волны $\lambda = 0,55$ мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?

7.78. Пучок монохроматических ($\lambda = 0,6$ мкм) световых волн падает под углом $\varepsilon_1 = 30^\circ$ на находящуюся в воздухе мыльную пленку ($n = 1,3$). При какой наименьшей толщине d пленки отражённые световые волны будут максимально ослаблены интерференцией?

7.79. Пучок монохроматических ($\lambda = 0,6$ мкм) световых волн падает под углом $\varepsilon_1 = 30^\circ$ на находящуюся в воздухе мыльную пленку ($n = 1,3$). При какой наименьшей толщине d пленки отражённые световые волны будут максимально усилены интерференцией?

7.80. На тонкий стеклянный клин ($n = 1,55$) падает нормально монохроматический свет. Двугранный угол α между поверхностями клина равен $2'$. Определить длину световой волны λ , если расстояние b между смежными интерференционными максимумами в отраженном свете равно $0,3$ мм.

7.81. Поверхности стеклянного клина образуют между собой угол $\theta = 0,2'$. На клин нормально к его поверхности падает пучок лучей монохроматического света с длиной волны $\lambda = 0,55$ мкм. Определить ширину b интерференционной полосы.

7.82. На тонкий стеклянный клин в направлении нормали к его поверхности падает монохроматический свет ($\lambda = 600$ нм). Определить угол θ между поверхностями клина, если расстояние b между смежными интерференционными минимумами в отраженном свете равно 4 мм.

7.83. Между двумя плоскопараллельными стеклянными пластинками положили очень тонкую проволочку, расположенную параллельно линии соприкосновения пластинок и находящуюся на расстоянии $l = 75$ мм от нее. В отраженном свете ($\lambda = 0,5$ мкм) на верхней пластинке видны интерференционные полосы. Определить диаметр d поперечного сечения проволочки, если на протяжении $a = 30$ мм насчитывается $m = 16$ светлых полос.

7.84. Две плоскопараллельные стеклянные пластинки приложены одна к другой так, что между ними образовался воздушный клин с углом θ , равным $30''$. На одну из пластинок падает нормально монохроматический

свет ($\lambda = 0,6$ мкм). На каких расстояниях l_1 и l_2 от линии соприкосновения пластинок будут наблюдаться в отраженном свете первая и вторая светлые полосы (интерференционные максимумы)?

7.85. Две плоскопараллельные стеклянные пластинки образуют клин с углом $\theta = 30''$. Пространство между пластинками заполнено глицерином. На клин нормально к его поверхности падает пучок монохроматического света с длиной волны $\lambda = 500$ нм. В отраженном свете наблюдается интерференционная картина. Какое число N темных интерференционных полос приходится на 1 см длины клина?

7.86. Расстояние $\Delta r_{2,1}$ между вторым и первым темным кольцами Ньютона в отраженном свете равно 1 мм. Определить расстояние $\Delta r_{10,9}$ между десятым и девятым кольцами.

7.87. Плосковыпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Определить толщину d слоя воздуха там, где в отраженном свете ($\lambda = 0,6$ мкм) видно первое светлое кольцо Ньютона.

7.88. Диаметр второго светлого кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете ($\lambda = 0,6$ мкм) равен 1,2 мм. Определить оптическую силу D плосковыпуклой линзы, взятой для опыта.

7.89. Плосковыпуклая линза с оптической силой $\Phi = 2$ дптр выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Радиус r_4 четвертого темного кольца Ньютона в проходящем свете равен 0,7 мм. Определить длину световой волны.

7.90. Диаметры d_i и d_k двух светлых колец Ньютона соответственно равны 4,0 и 4,8 мм. Порядковые номера колец не определялись, но известно, что между двумя измеренными кольцами расположено три светлых кольца. Кольца наблюдались в отраженном свете ($\lambda = 500$ нм). Найти радиус кривизны плосковыпуклой линзы, взятой для опыта.

7.91. Между стеклянной пластинкой и лежащей на ней плосковыпуклой стеклянной линзой налита жидкость, показатель преломления которой меньше показателя преломления стекла. Радиус r_8 восьмого темного кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете ($\lambda = 700$ нм) равен 2 мм. Радиус R кривизны выпуклой поверхности линзы равен 1 м. Найти показатель преломления n жидкости.

7.92. На установке для наблюдения колец Ньютона был измерен в отраженном свете радиус третьего темного кольца ($k = 3$). Когда пространство между плоскопараллельной пластиной и линзой заполнили жидкостью, то тот же радиус стало иметь кольцо с номером, на единицу большим. Определить показатель преломления n жидкости.

7.93. В установке для наблюдения колец Ньютона свет с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм падает нормально на плосковыпуклую линзу с радиусом

кривизны $R_1 = 1$ м, положенную выпуклой стороной на вогнутую поверхность плосковогнутой линзы с радиусом кривизны $R_2 = 2$ м. Определить радиус r_3 третьего темного кольца Ньютона, наблюдаемого в отраженном свете.

7.94. Кольца Ньютона наблюдаются с помощью двух одинаковых плосковыпуклых линз радиусом R кривизны равным 1 м, сложенных вплотную выпуклыми поверхностями (плоские поверхности линз параллельны). Определить радиус r_2 второго светлого кольца, наблюдаемого в отраженном свете ($\lambda = 660$ нм) при нормальном падении света на поверхность верхней линзы.

7.95. На мыльную пленку ($n = 1,33$) падает белый свет под углом 45° . При какой наименьшей толщине пленки отраженные лучи будут окрашены в желтый цвет ($\lambda = 660$ нм)?

7.96. Мыльная пленка, расположенная вертикально, образует клин вследствие стекания жидкости. Наблюдая интерференционные полосы в отраженном свете ртутной дуги ($\lambda = 546,1$ нм), находим, что расстояние между пятью полосами равно 2 см. Найти угол клина в секундах. Свет падает перпендикулярно поверхности пленки. Показатель преломления мыльной воды 1,33.

7.97. Мыльная пленка, расположенная вертикально, образует клин. Интерференция наблюдается в отраженном свете через красное стекло ($\lambda = 631$ нм). Расстояние между соседними красными полосами при этом равно 3 мм. Затем также пленка наблюдается через синее стекло ($\lambda = 400$ нм). Найти расстояние между соседними синими полосами. Считать, что за время измерений форма пленки не изменяется и свет падает на пленку нормально.

7.98. На стеклянный клин падает нормально пучок света ($\lambda = 582$ нм). Угол клина равен $20''$. Какое число темных интерференционных полос приходится на единицу длины клина? Показатель преломления стекла 1,5.

7.99. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом. Наблюдение ведется в отраженном свете. Радиусы двух соседних темных колец равны соответственно 4,0 и 4,38 мм. Радиус кривизны линзы равен 6,4 м. Найти порядковые номера колец и длину волны падающего света.

7.100. Кольца Ньютона образуются между плоским стеклом и линзой с радиусом кривизны 8,6 м. Монохроматический свет падает нормально. Измерениями установлено, что диаметр четвертого темного кольца (считая центральное темное пятно за нулевое) равен 9 мм. Найти длину волны падающего света.

7.101. Установка для получения колец Ньютона освещается белым светом, падающим нормально. Найти: 1) радиус четвертого синего кольца

($\lambda_1 = 400$ нм), 2) радиус третьего красного кольца ($\lambda_2 = 630$ нм). Наблюдение производится в проходящем свете. Радиус кривизны линзы равен 5 м.

7.102. Расстояние между пятым и двадцать пятым светлыми кольцами Ньютона равно 9 мм. Радиус кривизны линзы 15 м. Найти длину волны монохроматического света, падающего нормально на установку. Наблюдение проводится в отраженном свете.

7.103. Найти расстояние между третьим и шестнадцатым темными кольцами Ньютона, если расстояние между вторым и двадцатым темными кольцами равно 4,8 мм. Наблюдение проводится в отраженном свете.

7.104. Установка для получения колец Ньютона освещается светом от ртутной дуги, падающим нормально. Наблюдение производится в проходящем свете. Какое по порядку светлое кольцо, соответствующее линии $\lambda_1 = 579,1$ нм, совпадает со следующим светлым кольцом, соответствующим линии $\lambda_2 = 577$ нм?

7.105. В установке для наблюдения колец Ньютона пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнено жидкостью. Определить показатель преломления жидкости, если радиус третьего светлого кольца получился равным 3,65 мм. Наблюдение ведется в проходящем свете. Радиус кривизны линзы 10 м. Длина волны света 589 нм.

7.106. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны 600 нм, падающим нормально. Найти толщину воздушного слоя между линзой и стеклянной пластинкой в том месте, где наблюдается четвертое темное кольцо в отраженном свете.

7.107. Установка для наблюдения колец Ньютона в отраженном свете освещается монохроматическим светом $\lambda = 500$ нм, падающим нормально. Пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнено водой. Найти толщину слоя воды между линзой и стеклянной пластинкой в том месте, где наблюдается третье светлое кольцо.

7.108. Установка для наблюдения колец Ньютона в отраженном свете освещается монохроматическим светом, падающим нормально. После того как пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнили жидкостью, радиусы темных колец уменьшились в 1,25 раза. Найти показатель преломления жидкости.

7.109. На плоскопараллельную пленку с показателем преломления $n = 1,33$ под углом $i = 45^\circ$ падает параллельный пучок белого света. Определить, при какой наименьшей толщине пленки зеркально отраженный свет наиболее сильно окрасится в желтый свет ($\lambda = 0,6$ мкм).

7.110. На стеклянный клин ($n = 1,5$) нормально падает монохроматический свет ($\lambda = 698$ нм). Определить угол между поверхностями клина, если расстояние между двумя соседними интерференционными минимумами в отраженном свете равно 2 мм.

7.111. На стеклянный клин ($n = 1,5$) нормально падает монохроматический свет. Угол клина равен $4'$. Определить длину световой волны, если расстояние между двумя соседними интерференционными максимумами в отраженном свете равно $0,2$ мм.

7.112. На тонкую мыльную пленку ($n = 1,33$) под углом $i = 30^\circ$ падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм. Определить угол между поверхностями пленки, если расстояние b между интерференционными полосами в отраженном свете равно 4 мм.

7.113. Монохроматический свет падает нормально на поверхность воздушного клина, причем расстояние между интерференционными полосами $\Delta x_1 = 0,4$ мм. Определить расстояние Δx_2 между интерференционными полосами, если пространство между пластинками, образующими клин, заполнить прозрачной жидкостью с показателем преломления $n = 1,33$.

7.114. Плосковыпуклая линза радиусом кривизны 4 м выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Определить длину волны падающего монохроматического света, если радиус пятого светлого кольца в отраженном свете равен 3 мм.

7.115. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм, падающим нормально. Пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнено жидкостью, и наблюдение ведется в проходящем свете. Радиус кривизны линзы $R = 4$ м. Определить показатель преломления жидкости, если радиус второго светлого кольца $r = 1,8$ мм.

7.116. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 0,55$ мкм, падающим нормально. Определить толщину воздушного зазора, образованного плоскопараллельной пластинкой и соприкасающейся с ней плосковыпуклой линзой в том месте, где в отраженном свете наблюдается четвертое темное кольцо.

7.117. Плосковыпуклая линза с показателем преломления $n = 1,6$ выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Радиус третьего светлого кольца в отраженном свете ($\lambda = 0,6$ мкм) равен $0,9$ мм. Определить фокусное расстояние линзы.

7.118. Плосковыпуклая линза с радиусом сферической поверхности $R = 12,5$ см прижата к стеклянной пластинке. Диаметры десятого и пятнадцатого темных колец Ньютона в отраженном свете соответственно равны 1 и $1,5$ мм. Определить длину волны света.

7.119. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим нормально. При заполнении пространства между линзой и стеклянной пластинкой прозрачной жидкостью

радиусы темных колец в отраженном свете уменьшились в 1,21 раза. Определить показатель преломления жидкости.

7.120. Для уменьшения потерь света из-за отражения от поверхностей стекла осуществляют «просветление оптики»: на свободные поверхности линз наносят тонкие пленки с показателем преломления $n = \sqrt{n_c}$. В этом случае амплитуды отраженных лучей от обеих поверхностей такой пленки одинаковы. Определить толщину слоя, при которой отражение для света с длиной волны λ от стекла в направлении нормали равно нулю.

7.121. На линзу с показателем преломления $n = 1,58$ нормально падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,55$ мкм. Для устранения потерь света в результате отражения на линзу наносится тонкая пленка. Определить: 1) оптимальный коэффициент поглощения для пленки; 2) толщину пленки.

7.122. Какой должна быть толщина пластинки при $n = 1,6$ и $\lambda = 550$ мкм, если с введением пластинки на пути одного из интерферирующих лучей картина смещается на четыре полосы?

7.123. Какова наименьшая возможная толщина плоскопараллельной пластинки с показателем преломления $n = 1,5$, если при освещении белым светом под углами $i_1 = 45^\circ$ и $i_2 = 60^\circ$ она кажется красной ($\lambda = 0,74$ мкм)?

7.124. При освещении пластинки сначала монохроматическим светом с длиной волны λ_1 , а затем λ_2 максимумы в отраженном свете наблюдаются под одним и тем же углом. Чему равно k для большей длины волны λ_1 , если это первое совпадение?

7.125. В каких пределах может изменяться толщина пластинки с $n = 1,5$, чтобы в отраженном свете наблюдалось совпадение линий равного наклона для $\lambda_1 = 550$ мкм и $\lambda_2 = 525$ мкм?

7.126. В каких пределах может изменяться толщина пластинки, чтобы можно было наблюдать максимум 12-го порядка для $\lambda = 600$ мкм? Коэффициент преломления пластинки $n = 1,6$.

7.127. Для наблюдения колец Ньютона используют плосковыпуклую линзу с радиусом кривизны $R = 160$ см. Определить радиусы 4-го и 9-го темных колец ($\lambda = 625$ мкм).

7.128. Радиус кривизны плосковыпуклой линзы 4 м. Чему равна длина волны λ падающего света, если радиус 5-го светлого кольца в отраженном свете равен 3,6 мм?

7.129. Определить радиус 4-го темного кольца Ньютона, если между линзой с радиусом кривизны $R = 5$ м и плоской поверхностью, к которой она прижата, находится вода. Длина волны света $\lambda = 589$ мкм.

7.130. Определить радиус кривизны плосковыпуклой линзы, которая вместе с пластинкой позволяет наблюдать кольца Ньютона при освещении

желтой линией натрия ($\lambda = 589$ мкм), причем в отраженном свете расстояние между 1-м и 2-м светлыми кольцами будет равно 0,5 мм.

7.131. Для наблюдения колец Ньютона в отраженном свете ($\lambda = 0,55$ мк) плосковыпуклую линзу с радиусом кривизны $R_2 = 3$ м в одном случае положили на плоскопараллельную пластинку, а в другом - на вогнутую линзу с радиусом кривизны $R_1 = 6$ м. Определить разность радиусов 10 темных колец.

7.132. При освещении клина с очень малым углом α , сделанного из стекла с показателем преломления 1,5, пучком света, падающим перпендикулярно к его поверхности, на нем наблюдаются чередующиеся темные и светлые полосы. Определить угол α , если длина волны света равна 650 нм, а расстояния между двумя соседними темными полосами на поверхности клина оказались равными 12 мм.

7.133. При освещении кварцевого клина с углом $5,00''$ монохроматическим светом с длиной волны 600 нм, лучи которого перпендикулярны к поверхности клина, наблюдаются интерференционные полосы. Определить ширину этих полос.

7.134. Для измерения толщины волоса его положили на стеклянную пластинку и сверху прикрыли другой пластинкой. Расстояние от волоса до линии соприкосновения пластинок, параллельной волосу, равно 20 см. При освещении пластинок красным светом ($\lambda = 750$ нм) на 1,0 см длины образовавшегося таким образом клина уместится восемь интерференционных полос. Определить толщину волоса.

7.135. Между двумя стеклянными пластинками зажата тонкая металлическая проволочка диаметром 0,085 мм. Расстояние от проволочки до линии соприкосновения пластинок, образующих воздушный клин, равно 25 см. При освещении пластинок монохроматическим светом с длиной волны 700 нм видны интерференционные полосы, параллельные линиям соприкосновения пластинок с проволочкой. Определить число полос на 1,0 см длины клина.

7.136. Определить диаметр второго светлого кольца Ньютона, наблюдаемого в отраженном свете с длиной волны 640 нм, если радиус кривизны линзы, лежащей на плоской пластинке, равен 6,4 м, а лучи параллельны главной оптической оси линзы.

7.137. Чему будет равен диаметр второго светлого кольца Ньютона, наблюдаемого в отраженном свете с длиной волны 640 нм, если линзу с пластинкой опустить в воду и радиус кривизны линзы, лежащей на плоской пластинке, равен 6,4 м, а лучи параллельны главной оптической оси линзы.

7.138. Определить радиус кривизны линзы, лежащей на плоской пластинке, если радиус четвертого светлого кольца Ньютона, наблюдаемого в отраженном свете, оказался равным 4,5 мм. Освещение производилось

светом с длиной волны 520 нм, падающим параллельно главной оптической оси линзы.

7.139. При наблюдении колец Ньютона в отраженном свете диаметр четвертого темного кольца оказался равным 14,4 мм. Определить длину волны монохроматического света, которым освещается плосковыпуклая линза, лежащая на плоской пластинке, если ее радиус кривизны равен 22 м, а лучи света падают параллельно главной оптической оси линзы.

7.140. Определить, светлое или темное кольцо Ньютона в отраженном свете будет иметь радиус 5,3 мм, если оно возникло при освещении линзы светом с длиной волны 450 нм, падающим параллельно главной оптической оси линзы. Радиус кривизны линзы равен 18 м.

7.141. Определить, светлое или темное кольцо Ньютона в отраженном свете будет иметь радиус 5,3 мм, если оно возникло при освещении линзы светом с длиной волны 450 нм, падающим параллельно главной оптической оси линзы. Радиус кривизны линзы равен 18 м. Каков радиус этого же кольца, если в зазоре между линзой и пластинкой, на которой лежит линза, будет находиться этиловый спирт?

7.142. На тонкую пленку ($n = 1,33$) падает параллельный пучок белого света. Угол падения $\vartheta_1 = 52^\circ$. При какой толщине пленки зеркально отраженный свет будет наиболее сильно окрашен в желтый цвет ($\lambda = 0,60$ мкм)?

7.143. Найти минимальную толщину пленки с показателем преломления 1,33, при которой свет с длиной волны 0,64 мкм испытывает максимальное отражение, а свет с длиной волны 0,40 мкм не отражается совсем. Угол падения света равен 30° .

7.144. Плоско-выпуклая стеклянная линза с радиусом кривизны $R = 40$ см соприкасается выпуклой поверхностью со стеклянной пластинкой. При этом в отраженном свете радиус некоторого кольца $r = 2,5$ мм. Наблюдая за данным кольцом, линзу осторожно отодвинули от пластинки на $h = 5,0$ мкм. Каким стал радиус этого кольца?

7.145. Плоско-выпуклая стеклянная линза с радиусом кривизны сферической поверхности $R = 12,5$ см прижата к стеклянной пластинке. Диаметры десятого и пятнадцатого темных колец Ньютона в отраженном свете равны $d_1 = 1,00$ мм и $d_2 = 1,50$ мм. Определить длину волны света.

Тема 3. Интерференционные приборы

7.146. На экране наблюдается интерференционная картина от двух когерентных источников света с длиной волны $\lambda = 480$ нм. Когда на пути одного из пучков поместили тонкую пластинку из плавленного кварца с показателем преломления $n = 1,46$, то интерференционная картина сместилась на $m = 69$ полос. Определить толщину d кварцевой пластинки.

7.147. В оба пучка света интерферометра Жамена были помещены цилиндрические трубки длиной $l = 10$ см, закрытые с обоих концов плоскопараллельными прозрачными пластинками; воздух из трубок был откачан. При этом наблюдалась интерференционная картина в виде светлых и темных полос. В одну из трубок был впущен водород, после чего интерференционная картина сместилась на $m = 23,7$ полосы. Найти показатель преломления n водорода. Длина волны λ света равна 590 нм.

7.148. В интерферометре Жамена две одинаковые трубки длиной $l = 15$ см были заполнены воздухом. Показатель преломления n_1 воздуха равен 1,000292. Когда в одной из трубок воздух заменили ацетиленом, то интерференционная картина сместилась на $m = 80$ полос. Определить показатель преломления n_2 ацетилена, если в интерферометре использовался источник монохроматического света с длиной волны $\lambda = 0,590$ мкм.

7.149. Определить перемещение зеркала в интерферометре Майкельсона, если интерференционная картина сместилась на $m = 100$ полос. Опыт проводился со светом с длиной волны $\lambda = 546$ нм.

7.150. Для измерения показателя преломления аргона в одно из плеч интерферометра Майкельсона поместили пустую стеклянную трубку длиной $l = 12$ см с плоскопараллельными торцовыми поверхностями. При заполнении трубки аргоном (при нормальных условиях) интерференционная картина сместилась на $m = 106$ полос. Определить показатель преломления n аргона, если длина волны λ света равна 639 нм.

7.151. В интерферометре Майкельсона на пути одного из интерферирующих пучков света ($\lambda = 590$ нм) поместили закрытую с обеих сторон стеклянную трубку длиной $l = 10$ см, откачанную до высокого вакуума. При заполнении трубки хлористым водородом произошло смещение интерференционной картины. Когда хлористый водород был заменен бромистым водородом, смещение интерференционной картины возросло на $\Delta m = 42$ полосы. Определить разность Δn показателей преломления бромистого и хлористого водорода.

7.152. В опыте с интерферометром Майкельсона для смещения интерференционной картины на 500 полос потребовалось переместить зеркало на расстояние 0,161 мм. Найти длину волны падающего света.

7.153. Для измерения показателя преломления аммиака в одно из плечей интерферометра Майкельсона поместили откачанную трубку длиной

$l = 14$ см. Концы трубки закрыты плоскопараллельными стеклами. При заполнении трубки аммиаком интерференционная картина для длины волны $\lambda = 590$ нм сместилась на 180 полос. Найти показатель преломления аммиака.

7.154. На пути одного из лучей интерферометра Жамена (рис. 7) поместили откачанную трубку длиной 10 см. При заполнении трубки хлором интерференционная картина сместилась на 131 полосу. Длина волны монохроматического света в этом опыте была равна $5,9 \cdot 10^{-5}$ см. Найти показатель преломления хлора.

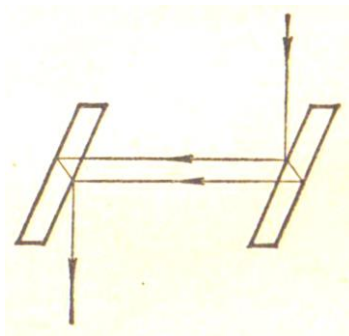


Рис. 7

7.155. Пучок белого света падает нормально на стеклянную пластинку, толщина которой $d = 0,4$ мкм. Показатель преломления стекла $n = 1,5$. Какие длины волн, лежащие в пределах видимого спектра (от 400 до 700 нм), усиливаются в отраженном пучке?

7.156. На поверхность стеклянного объектива ($n_1 = 1,5$) нанесена тонкая пленка, показатель преломления которой $n_2 = 1,2$ («просветляющая» пленка). При какой наименьшей толщине этой пленки произойдет максимальное ослабление отраженного света в средней части видимого спектра?

7.157. Определить длину волны света в опыте с интерферометром Майкельсона, если для смещения интерференционной картины на 112 полос зеркало пришлось переместить на расстояние $l = 33$ мкм.

7.158. Для измерения показателя преломления аммиака в одно из плеч интерферометра Майкельсона помещена закрытая с обеих сторон откачанная до высокого вакуума стеклянная трубка длиной $l = 15$ см. При заполнении трубки аммиаком интерференционная картина для длины волны $\lambda = 589$ нм сместилась на 192 полосы. Определить показатель преломления аммиака.

7.159. На рис. 8 показана схема интерференционного рефрактометра, применяемого для измерения показателя преломления прозрачных веществ. S - узкая щель, освещаемая монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 589$ нм; 1 и 2 - кюветы длиной $l = 10$ см, которые заполнены воздухом ($n_0 = 1,000277$). При замене в одной из кювет воздуха на аммиак

интерференционная картина на экране сместилась на $m_0 = 17$ полос. Определить показатель преломления аммиака.

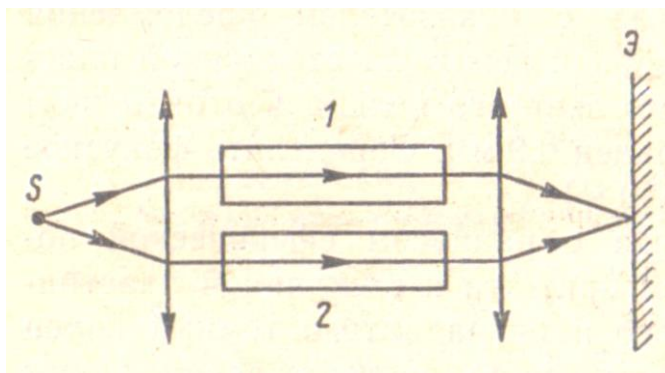


Рис. 8

7.160. На пути лучей интерференционного рефрактометра помещаются трубки длиной $l = 2$ см с плоскопараллельными стеклянными основаниями, наполненные воздухом ($n_0 = 1,000277$). Одну трубку заполнили хлором, и при этом интерференционная картина сместилась на $m_0 = 20$ полос. Определить показатель преломления хлора, если наблюдения производятся с монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 589$ нм.

7.161. В интерферометре Жамена на пути интерферирующих лучей помещены две одинаковые трубки, закрытые прозрачными пластинками. Одна заполнена воздухом при нормальных условиях, а из другой он выкачан. Чему равен показатель преломления воздуха, если длина трубок 5 см и при выкачивании воздуха интерференционная картина сместилась на 20 полос ($\lambda = 0,73$ мк)?

7.162. В интерферометре Жамена на пути интерферирующих лучей помещены две одинаковые трубки, закрытые прозрачными пластинками. Одна заполнена воздухом при нормальных условиях, а из другой он выкачан. Чему равен показатель преломления воздуха, если длина трубок 5 см и при выкачивании воздуха интерференционная картина сместилась на 20 полос ($\lambda = 0,73$ мк)? На сколько полос сместится интерференционная картина, если трубки в предыдущей задаче поместить на пути интерферирующих лучей в интерферометре Майкельсона?

7.163. В интерферометре Жамена помещены две одинаковые трубки с воздухом. При замене одной из них такой же трубкой с кислородом интерференционная картина сместилась на четыре полосы при $\lambda = 5000 \text{ \AA}$. Определить длину трубки, $n_1 = 1,000292$, $n_2 = 1,000272$.

7.164. При заполнении находящейся на пути одного из интерферирующих лучей пустой трубки длиной 5 см кислородом происходит смещение интерференционных полос. Какую толщину должен иметь

компенсирующий стеклянный клин с $n = 1,5$ на пути второго луча, чтобы восстановилась первоначальная картина?

Тема 4. Зоны Френеля

7.165. Зная формулу радиуса k -й зоны Френеля для сферической волны ($\rho_k = \sqrt{abk\lambda/(a+b)}$), вывести соответствующую формулу для плоской волны.

7.166. Вычислить радиус ρ_5 пятой зоны Френеля для плоского волнового фронта ($\lambda = 0,5$ мкм), если построение делается для точки наблюдения, находящейся на расстоянии $b = 1$ м от фронта волны.

7.167. Радиус ρ_4 четвертой зоны Френеля для плоского волнового фронта равен 3 мм. Определить радиус ρ_6 шестой зоны Френеля.

7.168. На диафрагму с круглым отверстием диаметром $d = 4$ мм падает нормально параллельный пучок лучей монохроматического света ($\lambda = 0,5$ мкм). Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии $b = 1$ м от него. Сколько зон Френеля укладывается в отверстие?

7.169. На диафрагму с круглым отверстием диаметром $d = 4$ мм падает нормально параллельный пучок лучей монохроматического света ($\lambda = 0,5$ мкм). Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии $b = 1$ м от него. Темное или светлое пятно получится в центре дифракционной картины, если в месте наблюдений поместить экран?

7.170. Плоская световая волна ($\lambda = 0,5$ мкм) падает нормально на диафрагму с круглым отверстием диаметром $d = 1$ см. На каком расстоянии b от отверстия должна находиться точка наблюдения, чтобы отверстие открывало: одну зону Френеля?

7.171. Плоская световая волна ($\lambda = 0,5$ мкм) падает нормально на диафрагму с круглым отверстием диаметром $d = 1$ см. На каком расстоянии b от отверстия должна находиться точка наблюдения, чтобы отверстие открывало: две зоны Френеля?

7.172. Плоская световая волна ($\lambda = 0,7$ мкм) падает нормально на диафрагму с круглым отверстием радиусом $r = 1,4$ мм. Определить расстояния b_1, b_2, b_3 от диафрагмы до трех наиболее удаленных от нее точек, в которых наблюдаются минимумы интенсивности.

7.173. Точечный источник S света ($\lambda = 0,5$ мкм) плоская диафрагма с круглым отверстием радиусом $r = 1$ мм и экран расположены, как это указано на рис. 9 ($a = 1$ м). Определить расстояние b от экрана до диафрагмы, при котором отверстие открывало бы для точки P три зоны Френеля.

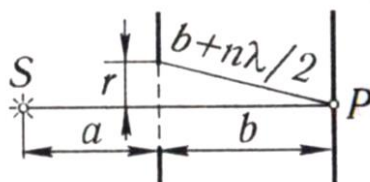


Рис. 9

7.174. Свет от монохроматического источника ($\lambda = 600$ нм) падает нормально на диафрагму с круглым отверстием. Диаметр отверстия 6 мм. За диафрагмой на расстоянии 3 м от нее находится экран. 1) Сколько зон Френеля укладывается в отверстии диафрагмы? 2) Каким будет центр дифракционной картины на экране: темным или светлым?

7.175. Вычислить радиусы первых пяти зон Френеля, если расстояние от источника света до волновой поверхности равно 1 м, расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения также равно 1 м и $\lambda = 500$ нм.

7.176. Вычислить радиусы первых пяти зон Френеля для случая плоской волны. Расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения равно 1 м. Длина волны $\lambda = 500$ нм.

7.177. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии l от точечного источника монохроматического света ($\lambda = 600$ нм). На расстоянии $0,5l$ от источника помещена круглая непрозрачная преграда диаметром 1 см. Чему равно расстояние l , если преграда закрывает только центральную зону Френеля?

7.178. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии 4 м от точечного источника монохроматического света ($\lambda = 500$ нм). Посередине между экраном и источником света помещена диафрагма с круглым отверстием. При каком радиусе отверстия центр дифракционных колец, наблюдаемых на экране, будет наиболее темным?

7.179. На диафрагму с круглым отверстием падает нормально параллельный пучок монохроматического света ($\lambda = 600$ нм). На экране наблюдается дифракционная картина. При каком наибольшем расстоянии между диафрагмой и экраном в центре дифракционной картины еще будет наблюдаться темное пятно? Диаметр отверстия 1,96 мм.

7.180. Точечный источник света ($\lambda = 0,5$ мкм) расположен на расстоянии $a = 1$ м перед диафрагмой с круглым отверстием диаметра $d = 2$ мм. Определить расстояние b от диафрагмы до точки наблюдения, если отверстие открывает три зоны Френеля.

7.181. Определить радиус третьей зоны Френеля, если расстояния от точечного источника света ($\lambda = 0,6$ мкм) до волновой поверхности и от волновой поверхности до точки наблюдения равны 1,5 м.

7.182. На диафрагму с круглым отверстием диаметром $d = 5$ мм падает нормально параллельный пучок света с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм. Определить расстояние от точки наблюдения до отверстия, если отверстие открывает две зоны Френеля.

7.183. На диафрагму с круглым отверстием диаметром $d = 5$ мм падает нормально параллельный пучок света с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм. Определить расстояние от точки наблюдения до отверстия, если отверстие открывает три зоны Френеля.

7.184. Определить радиус третьей зоны Френеля для случая плоской волны. Расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения равно $1,5$ м. Длина волны $\lambda = 0,6$ мкм.

7.185. Определить радиус четвертой зоны Френеля, если радиус второй зоны Френеля для плоского волнового фронта равен 2 мм.

7.186. Определить радиус первой зоны Френеля, если расстояния от точечного источника света ($\lambda = 0,5$ мкм) до зонной пластинки и от пластинки до места наблюдения $a = b = 1$ м.

7.187. На зонную пластинку падает плоская монохроматическая волна ($\lambda = 0,5$ мкм). Определить радиус первой зоны Френеля, если расстояние от зонной пластинки до места наблюдения $b = 1$ м.

7.188. Зонная пластинка дает изображение источника, удаленного от нее на 2 м, на расстоянии 1 м от своей поверхности. Где получится изображение источника, если его удалить в бесконечность?

7.189. Дифракция наблюдается на расстоянии 1 м от точечного источника монохроматического света ($\lambda = 0,5$ мкм). Посередине между источником света и экраном находится диафрагма с круглым отверстием. Определить радиус отверстия, при котором центр дифракционных колец на экране является наиболее темным.

7.190. Сферическая волна, распространяющаяся из точечного монохроматического источника света ($\lambda = 0,6$ мкм), встречает на своем пути экран с круглым отверстием радиусом $r = 0,4$ мм. Расстояние a от источника до экрана равно 1 м. Определить расстояние от отверстия до точки экрана, лежащей на линии, соединяющей источник с центром отверстия, где наблюдается максимум освещенности.

7.191. На экран с круглым отверстием радиусом $r = 1,5$ мм нормально падает параллельный пучок монохроматического света с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм. Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии $b = 1,5$ м от него. Определить число зон Френеля, укладывающихся в отверстие.

7.192. На экран с круглым отверстием радиусом $r = 1,5$ мм нормально падает параллельный пучок монохроматического света с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм. Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии

$b = 1,5$ м от него. Определить темное или светлое кольцо наблюдается в центре дифракционной картины, если в месте наблюдения помещен экран.

7.193. На экран с круглым отверстием радиусом $r = 1,2$ мм нормально падает параллельный пучок монохроматического света с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм. Определить максимальное расстояние от отверстия на его оси, где еще можно наблюдать наиболее темное пятно.

7.194. Дифракция наблюдается на расстоянии l от точечного источника монохроматического света ($\lambda = 0,5$ мкм). Посередине между источником света и экраном находится непрозрачный диск диаметром 5 мм. Определить расстояние l , если диск закрывает только центральную зону Френеля.

7.195. Точечный источник света с длиной волны $\lambda = 0,50$ мкм расположен на расстоянии $a = 100$ см перед диафрагмой с круглым отверстием радиуса $r = 1,0$ мм. Найти расстояние b от диафрагмы до точки наблюдения, для которой число зон Френеля в отверстии составляет $k = 3$.

7.196. Между точечным источником света и экраном поместили диафрагму с круглым отверстием, радиус которого r можно менять. Расстояния от диафрагмы до источника и экрана равны $a = 100$ см и $b = 125$ см. Определить длину волны света, если максимум освещенности в центре дифракционной картины на экране наблюдается при $r_1 = 1,00$ мм и следующий максимум при $r_2 = 1,29$ мм.

7.197. Точечный источник света с $\lambda = 550$ нм помещен на расстоянии $a = 1,00$ м перед непрозрачной преградой с отверстием радиуса $R = 2,00$ мм. Какое минимальное число m_{\min} открытых зон Френеля может наблюдаться при этих условиях?

7.198. Точечный источник света с $\lambda = 550$ нм помещен на расстоянии $a = 1,00$ м перед непрозрачной преградой с отверстием радиуса $R = 2,00$ мм. При каком значении расстояния b от преграды до точки наблюдения получается минимальное возможное число открытых зон?

7.199. Точечный источник света с $\lambda = 550$ нм помещен на расстоянии $a = 1,00$ м перед непрозрачной преградой с отверстием радиуса $R = 2,00$ мм. При каком радиусе r отверстия может оказаться в условиях данной задачи открытой только одна центральная зона Френеля?

7.200. Исходя из определения зон Френеля, найти число n зон Френеля, которые открывает отверстие радиуса r для точки, находящейся на расстоянии b от центра отверстия, в случае если волна, падающая на отверстие, плоская.

7.201. На непрозрачную преграду с отверстием радиуса $r = 1$ мм падает монохроматическая плоская световая волна. Когда расстояние от преграды до установленного за ней экрана равно $b_1 = 0,575$ м, в центре дифракционной картины наблюдается максимум интенсивности. При увеличении расстояния

до значения $b_2 = 0,862$ м максимум интенсивности сменяется минимумом.
Определить длину волны λ , света.

Тема 5. Дифракция на щели. Дифракционная решетка

7.202. На щель шириной $a = 0,05$ мм падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,6$ мкм). Определить угол φ между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

7.203. На узкую щель падает нормально монохроматический свет. Угол φ отклонения пучков света, соответствующих второй светлой дифракционной полосе, равен 1° . Скольким длинам волн падающего света равна ширина щели?

7.204. На щель шириной $a = 0,1$ мм падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,5$ мкм). За щелью помещена собирающая линза, в фокальной плоскости которой находится экран. Что будет наблюдаться на экране, если угол φ дифракции равен: $17'$.

7.205. На щель шириной $a = 0,1$ мм падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,5$ мкм). За щелью помещена собирающая линза, в фокальной плоскости которой находится экран. Что будет наблюдаться на экране, если угол φ дифракции равен: $43'$.

7.206. Сколько штрихов на каждый миллиметр содержит дифракционная решетка, если при наблюдении в монохроматическом свете ($\lambda = 0,6$ мкм) максимум пятого порядка отклонен на угол $\varphi = 18^\circ$?

7.207. На дифракционную решетку, содержащую $n = 100$ штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет. Зрительная труба спектрометра наведена на максимум третьего порядка. Чтобы навести трубу на другой максимум того же порядка, ее нужно повернуть на угол $\Delta\varphi = 20^\circ$. Определить длину волны λ света.

7.208. Дифракционная решетка освещена нормально падающим монохроматическим светом. В дифракционной картине максимум второго порядка отклонен на угол $\varphi_1 = 14^\circ$. На какой угол φ_2 отклонен максимум третьего порядка?

7.209. Дифракционная решетка содержит $n = 200$ штрихов на 1 мм. На решетку падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,6$ мкм). Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка?

7.210. На дифракционную решетку, содержащую $n = 400$ штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,6$ мкм). Найти общее число дифракционных максимумов, которые дает эта решетка.

7.211. На дифракционную решетку, содержащую $n = 400$ штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,6$ мкм). Определить угол φ дифракции, соответствующий последнему максимуму.

7.212. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядков отчасти перекрывают друг друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница ($\lambda = 0,4$ мкм) спектра третьего порядка?

7.213. На дифракционную решетку, содержащую $n = 500$ штрихов на 1 мм, падает в направлении нормали к ее поверхности белый свет. Спектр проецируется помещенной вблизи решетки линзой на экран. Определить ширину b спектра первого порядка на экране, если расстояние L линзы до экрана равно 3 м. Границы видимости спектра $\lambda_{\text{кр}} = 780$ нм, $\lambda_{\text{ф}} = 400$ нм.

7.214. На дифракционную решетку с периодом $d = 10$ мкм под углом $\alpha = 30^\circ$ падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 600$ нм. Определить угол дифракции, соответствующий второму главному максимуму.

7.215. Дифракционная картина получена с помощью дифракционной решетки длиной $l = 1,5$ см и периодом $d = 5$ мкм. Определить, в спектре какого наименьшего порядка этой картины получатся отдельные изображения двух спектральных линий с разностью длин волн $\Delta\lambda = 0,1$ нм, если линии лежат в крайней красной части спектра ($\lambda \approx 760$ нм).

7.216. Какой наименьшей разрешающей силой R должна обладать дифракционная решетка, чтобы с ее помощью можно было разрешить две спектральные линии калия ($\lambda_1 = 578$ нм и $\lambda_2 = 580$ нм)? Какое наименьшее число N штрихов должна иметь эта решетка, чтобы разрешение было возможно в спектре второго порядка?

7.217. С помощью дифракционной решетки с периодом $d = 20$ мкм требуется разрешить дублет натрия ($\lambda_1 = 589,0$ нм и $\lambda_2 = 589,6$ нм) в спектре второго порядка. При какой наименьшей длине l решетки это возможно?

7.218. Угловая дисперсия D_φ дифракционной решетки для излучения некоторой длины волны (при малых углах дифракции) составляет 5 мин/нм. Определить разрешающую силу R этой решетки для излучения той же длины волны, если длина l решетки равна 2 см.

7.219. Определить угловую дисперсию D_φ дифракционной решетки для угла дифракции $\varphi = 30^\circ$ и длины волны $\lambda = 600$ нм. Ответ выразить в единицах СИ и в минутах на нанометр.

7.220. На дифракционную решетку, содержащую $n = 500$ штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 700$ нм. За решеткой помещена собирающая линза с главным фокусным расстоянием $f = 50$ см. В фокальной плоскости линзы расположен экран. Определить линейную дисперсию D_l такой системы для максимума третьего порядка. Ответ выразить в миллиметрах на нанометр.

7.221. Нормально поверхности дифракционной решетки падает пучок света. За решеткой помещена собирающая линза с оптической силой

$\Phi = 1$ дптр. В фокальной плоскости линзы расположен экран. Определить число n штрихов на 1 мм этой решетки, если при малых углах дифракции линейная дисперсия $D_l = 1$ мм/нм.

7.222. На дифракционную решетку нормально ее поверхности падает монохроматический свет ($\lambda = 650$ нм). За решеткой находится линза, в фокальной плоскости которой расположен экран. На экране наблюдается дифракционная картина под углом дифракции $\alpha = 30^\circ$. При каком главном фокусном расстоянии f линзы линейная дисперсия $D_l = 0,5$ мм/нм?

7.223. На щель шириной 2 мкм падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны $\lambda = 589$ нм. Найти углы, в направлении которых будут наблюдаться минимумы света.

7.224. На щель шириной 20 мкм падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны $\lambda = 500$ нм. Найти ширину изображения щели на экране, удаленном от щели на $l = 1$ м. Шириной изображения считать расстояние между первыми дифракционными минимумами, расположенными по обе стороны от главного максимума освещенности.

7.225. На щель падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны λ . Ширина щели равна 6λ . Под каким углом будет наблюдаться третий дифракционный минимум света?

7.226. Чему равна постоянная дифракционной решетки, если, для того чтобы увидеть красную линию ($\lambda = 700$ нм) в спектре второго порядка, зрительную трубу пришлось установить под углом 30° к оси коллиматора? Какое число штрихов нанесено на 1 см длины этой решетки? Свет падает на решетку нормально.

7.227. Сколько штрихов на 1 мм длины имеет дифракционная решетка, если зеленая линия ртути ($\lambda = 546,1$ нм) в спектре первого порядка наблюдается под углом $19^\circ 8'$?

7.228. На дифракционную решетку нормально падает пучок света. Угол дифракции для натриевой линии ($\lambda = 589$ нм) в спектре первого порядка был найден равным $17^\circ 8'$. Некоторая линия дает в спектре второго порядка угол дифракции $24^\circ 12'$. Найти длину волны этой линии и число штрихов на 1 мм решетки.

7.229. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки. Чему должна быть равна постоянная дифракционной решетки, чтобы в направлении $\varphi = 41^\circ$ совпадали максимумы двух линий: $\lambda_1 = 656,3$ нм и $\lambda_2 = 410,2$ нм?

7.230. На дифракционную решетку нормально падает пучок света. При повороте трубы гониометра на угол φ в поле зрения видна линия $\lambda = 440$ нм в спектре третьего порядка. Будут ли видны под этим же углом φ какие-либо

другие спектральные линии, соответствующие длинам волн, лежащим в пределах видимого спектра (от 400 до 700 нм)?

7.231. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной гелием. На какую линию в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия ($\lambda = 670$ нм) спектра второго порядка?

7.232. На дифракционную решетку нормально падает свет от разрядной трубки, наполненной гелием. Сначала зрительная труба устанавливается на фиолетовые линии ($\lambda = 389$ нм) по обе стороны от центральной полосы в спектре первого порядка. Отсчеты по лимбу вправо от нулевого деления дали соответственно $27^\circ 33'$ и $36^\circ 27'$. После этого зрительная труба устанавливается на красные линии по обе стороны от центральной полосы в спектре первого порядка. Отсчеты по лимбу вправо от нулевого деления дали соответственно $23^\circ 54'$ и $40^\circ 6'$. Найти длину волны красной линии спектра гелия.

7.233. Найти наибольший порядок спектра для желтой линии натрия $\lambda = 589$ нм, если постоянная дифракционной решетки равна 2 мкм.

7.234. На дифракционную решетку нормально падает пучок монохроматического света. Максимум третьего порядка наблюдается под углом $36^\circ 48'$ к нормали. Найти постоянную решетки, выраженную в длинах волн падающего света.

7.235. Зрительная труба гониометра с дифракционной решеткой поставлена под углом 20° к оси коллиматора. При этом в поле зрения трубы видна красная линия спектра гелия ($\lambda_1 = 668$ нм). Чему равна постоянная дифракционной решетки, если обнаружено, что под тем же углом видна и синяя линия ($\lambda_2 = 447$ нм) более высокого порядка? Наибольший порядок спектра, который можно наблюдать при помощи данной решетки, равен 5. Свет падает на решетку нормально.

7.236. Плоская световая волна падает на непрозрачную плоскую преграду, в которой имеется щель ширины $b = 0,200$ мм. За преградой расположен экран. Волновые поверхности, преграда и экран параллельны друг другу. Расстояние между преградой и экраном $l = 1,00$ м. Длина волны $\lambda = 500$ нм. Показатель преломления среды практически равен 1. Условия когерентности соблюдены. Определить: а) какой вид дифракции наблюдается в этом случае, б) ширину a_0 центрального дифракционного максимума, в) расстояние a_{12} между серединами 1-го и 2-го дифракционных максимумов.

7.237. Какой вид дифракции будет наблюдаться в условиях предыдущей задачи, если ширину щели увеличить до 0,7 мм?

7.238. В спектре, даваемом дифракционной решеткой с периодом $d = 2300$ нм, видны при $\lambda = 500$ нм только два максимума (кроме центрального). Какова ширина щелей b этой решетки?

7.239. На узкую щель шириной $a = 0,05$ мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 694$ нм. Определить направление света на вторую светлую дифракционную полосу (по отношению к первоначальному направлению света).

7.240. На узкую щель падает нормально монохроматический свет. Его направление на четвертую темную дифракционную полосу составляет $2^\circ 12'$. Определить, сколько длин волны укладывается на ширине щели.

7.241. На щель шириной $a = 0,1$ мм падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,6$ мкм). Экран, на котором наблюдается дифракционная картина, расположен параллельно щели на расстоянии $l = 1$ м. Определить расстояние b между первыми дифракционными минимумами, расположенными по обе стороны центрального френгоферова максимума

7.242. На щель шириной $a = 0,1$ мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном параллельно щели. Определить расстояние l от щели до экрана, если ширина центрального дифракционного максимума $b = 1$ см.

7.243. Монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм падает на длинную прямоугольную щель шириной $a = 12$ мкм под углом $\alpha_0 = 45^\circ$ к ее нормали. Определить угловое положение первых минимумов, расположенных по обе стороны центрального френгоферова максимума.

7.244. Монохроматический свет падает на длинную прямоугольную щель шириной $a = 12$ мкм под углом $\alpha = 30^\circ$ к ее нормали. Определить длину волны λ света, если направление на первый минимум ($m = 1$) от центрального френгоферова максимума составляет 33° .

7.245. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 600$ нм. Определить наибольший порядок спектра, полученный с помощью этой решетки, если ее постоянная $d = 2$ мкм.

7.246. На дифракционную решетку длиной $l = 1,5$ мм, содержащей $N = 3000$ штрихов, падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 550$ нм. Определить число максимумов, наблюдаемых в спектре дифракционной решетки.

7.247. На дифракционную решетку длиной $l = 1,5$ мм, содержащей $N = 3000$ штрихов, падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 550$ нм. Определить угол, соответствующий последнему максимуму.

7.248. Определить число штрихов на 1 мм дифракционной решетки, если углу $\varphi = 30^\circ$ соответствует максимум четвертого порядка для монохроматического света с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм.

7.249. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм. На экран, находящийся от решетки на расстоянии $L = 1$ м, с помощью линзы, расположенной вблизи решетки, проецируется дифракционная картина, причем первый главный максимум наблюдается на расстоянии $l = 15$ см от центрального. Определить число штрихов на 1 см дифракционной решетки.

7.250. Монохроматический свет нормально падает на дифракционную решетку. Определить угол дифракции, соответствующий максимуму четвертого порядка, если максимум третьего порядка отклонен на $\varphi_1 = 18^\circ$.

7.251. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. Определить угол дифракции для линии 0,55 мкм в четвертом порядке, если этот угол для линии 0,6 мкм в третьем порядке составляет 30° .

7.252. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. В спектре, полученном с помощью этой дифракционной решетки, некоторая спектральная линия наблюдается в первом порядке под углом $\varphi = 11^\circ$. Определить наивысший порядок спектра, в котором может наблюдаться эта линия.

7.253. Определить длину волны монохроматического света, падающего нормально на дифракционную решетку, имеющую 300 штрихов на 1 мм, если угол между направлениями на максимумы первого и второго порядков составляет 12° .

7.254. Определить толщину плоскопараллельной стеклянной пластинки ($n = 1,55$), при которой в отраженном свете максимум второго порядка для $\lambda = 0,65$ мкм наблюдается под тем же углом, что и у дифракционной решетки с постоянной $d = 1$ мкм.

7.255. На дифракционную решетку с постоянной $d = 5$ мкм под углом $\vartheta = 30^\circ$ падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм. Определить угол φ дифракции для главного максимума третьего порядка.

7.256. На дифракционную решетку под углом ϑ падает монохроматический свет с длиной волны λ . Найти условие, определяющее направления на главные максимумы, при условии, что $m \gg m\lambda$ (m – порядок спектра).

7.257. Какой должна быть ширина щели a , чтобы первый дифракционный минимум наблюдался под углом 90° при освещении: красным светом ($\lambda_1 = 760$ мкм)?

7.258. Какой должна быть ширина щели a , чтобы первый дифракционный минимум наблюдался под углом 90° при освещении: синим светом ($\lambda_2 = 440$ мкм)? Под каким углом будет наблюдаться минимум при освещении первой щели синим светом?

7.259. Ширина прозрачного и непрозрачного участков дифракционной решетки в пять раз больше длины волны падающего света. Определить углы, соответствующие первым трем наблюдаемым максимумам.

7.260. Дифракционная решетка состоит из непрозрачных штрихов шириной $b = 2,5 \cdot 10^{-3}$ мм, разделенных прозрачными участками шириной $a = 2,5 \cdot 10^{-3}$ мм. Какую толщину h должна иметь плоскопараллельная стеклянная пластинка с показателем преломления $n = 1,5$, чтобы в ней максимум третьего порядка для $\lambda = 600$ мкм наблюдался под тем же углом, что и у дифракционной решетки?

7.261. Период дифракционной решетки $d = 1 \cdot 10^{-2}$ мм, а ширина прозрачной части $a = 2,5 \cdot 10^{-3}$ мм. Сколько максимумов не будет наблюдаться в спектре по одну сторону от нулевого максимума до угла $\alpha = 30^\circ$ из-за влияния главных минимумов ($\lambda = 5000 \text{ \AA}$)?

7.262. Дифракционная решетка шириной 12 мм содержит 4800 штрихов. Определить число максимумов, наблюдаемых в спектре дифракционной решетки для длины волны λ , являющейся серединой оптического диапазона.

7.263. Дифракционная решетка шириной 12 мм содержит 4800 штрихов. Определить угол, соответствующий последнему максимуму.

7.264. Период дифракционной решетки $d = 0,005$ мм. Определить число наблюдаемых главных максимумов в спектре дифракционной решетки для: $\lambda_1 = 760$ мкм.

7.265. Период дифракционной решетки $d = 0,005$ мм. Определить число наблюдаемых главных максимумов в спектре дифракционной решетки для: $\lambda_2 = 440$ мкм.

7.266. Период дифракционной решетки $d = 5 \cdot 10^{-4}$ см. Какой элемент дифракционной картины будет наблюдаться под углом $\varphi = \frac{\pi}{6}$, если решетку освещать монохроматическим светом с $\lambda = 6000 \text{ \AA}$, а ширина решетки $l = 0,25$ см?

7.267. Период дифракционной решетки $d = 6 \cdot 10^{-6}$ м. Для спектральной линии водорода $\lambda = 486$ мкм подобрать такое наибольшее $\Delta\lambda$, чтобы нигде не было перекрытия спектров при освещении светом в интервале $\lambda \pm \Delta\lambda$.

7.268. Определить дисперсию и разрешающую способность дифракционной решетки в спектре k -то порядка, если ее период d и число щелей N .

7.269. Две дифракционные решетки имеют одинаковую ширину $l = 3$ мм, но разные периоды: $d_1 = 3 \cdot 10^{-3}$ мм и $d_2 = 6 \cdot 10^{-3}$ мм. Определить их

наибольшую разрешающую способность для желтой линии натрия с $\lambda = 5896 \text{ \AA}$.

7.270. На дифракционную решетку с периодом $d = 5 \cdot 10^{-3} \text{ мм}$ под углом $\alpha = 30^\circ$ падает свет длиной волны 600 мкм . Определить углы, под которыми наблюдаются максимумы 2-го порядка.

7.271. Монохроматический свет падает нормально на щель ширины $b = 11 \text{ мкм}$. За щелью находится тонкая линза с фокусным расстоянием $f = 150 \text{ мм}$, в фокальной плоскости которой расположен экран. Найти длину волны света, если расстояние между симметрично расположенными минимумами третьего порядка (на экране) равно $x = 50 \text{ мм}$.

7.272. Свет с длиной волны $\lambda = 0,50 \text{ мкм}$ падает на щель ширины $b = 10 \text{ мкм}$ под углом $\vartheta_0 = 30^\circ$ к ее нормали. Найти угловое положение первых минимумов, расположенных по обе стороны центрального фраунгоферова максимума.

7.273. При нормальном падении света на дифракционную решетку угол дифракции для линии $\lambda_1 = 0,65 \text{ мкм}$ во втором порядке равен 45° . Найти угол дифракции для линии $\lambda_2 = 0,50 \text{ мкм}$ в третьем порядке.

7.274. Свет с длиной волны 535 нм падает нормально на дифракционную решетку. Найти ее период, если одному из фраунгоферовых максимумов соответствует угол дифракции 35° и наибольший порядок спектра равен пяти.

7.275. Определить длину волны монохроматического света, падающего нормально на дифракционную решетку с периодом $d = 2,2 \text{ мкм}$, если угол между направлениями на фраунгоферовы максимумы первого и второго порядков $\Delta\vartheta = 15^\circ$.

7.276. Свет с длиной волны 530 нм падает на прозрачную дифракционную решетку, период которой равен $1,50 \text{ мкм}$. Найти угол с нормалью к решетке, под которым образуется фраунгоферов максимум наибольшего порядка, если свет падает на решетку нормально.

7.277. Свет с длиной волны 530 нм падает на прозрачную дифракционную решетку, период которой равен $1,50 \text{ мкм}$. Найти угол с нормалью к решетке, под которым образуется фраунгоферов максимум наибольшего порядка, если свет падает на решетку под углом 60° к нормали.

Тема 6. Дифракция на кристаллической решетке

7.278. На грань кристалла каменной соли падает параллельный пучок рентгеновского излучения ($\lambda = 147$ пм). Определить расстояние d между атомными плоскостями кристалла, если дифракционный максимум второго порядка наблюдается, когда излучение падает под углом $\vartheta = 31^\circ 30'$ к поверхности кристалла.

7.279. На грань кристалла каменной соли падает параллельный пучок рентгеновского излучения ($\lambda = 147$ пм). Определить расстояние d между атомными плоскостями кристалла, если дифракционный максимум второго порядка наблюдается, когда излучение падает под углом $\vartheta = 31^\circ 30'$ к поверхности кристалла.

7.280. Какова длина волны λ монохроматического рентгеновского излучения, падающего на кристалл кальцита, если дифракционный максимум первого порядка наблюдается, когда угол ϑ между направлением падающего излучения и гранью кристалла равен 3° ? Расстояние d между атомными плоскостями кристалла принять равным $0,3$ нм.

7.281. Параллельный пучок рентгеновского излучения падает на грань кристалла. Под углом $\vartheta = 65^\circ$ к плоскости грани наблюдается максимум первого порядка. Расстояние d между атомными плоскостями кристалла 280 пм. Определить длину волны λ рентгеновского излучения.

7.282. Узкий параллельный пучок рентгеновского излучения с длиной волны $\lambda = 245$ пм падает на естественную грань монокристалла каменной соли. Определить расстояние d между атомными плоскостями монокристалла, если дифракционный максимум второго порядка наблюдается при падении излучения к поверхности монокристалла под углом скольжения $\vartheta = 61^\circ$.

7.283. Узкий параллельный пучок монохроматического рентгеновского излучения падает на грань кристалла с расстоянием d между его атомными плоскостями $0,3$ нм. Определить длину волны рентгеновского излучения, если под углом $\vartheta = 30^\circ$ к плоскости грани наблюдается дифракционный максимум первого порядка.

7.284. Узкий пучок рентгеновского излучения с длиной волны $\lambda = 245$ пм падает под некоторым углом скольжения на естественную грань монокристалла NaCl ($M = 58,5 \cdot 10^{-3}$ кг/моль), плотность которого $\rho = 2,16$ г/см³. Определить угол скольжения, если при зеркальном отражении от этой грани наблюдается максимум второго порядка.

7.285. Узкий пучок монохроматического рентгеновского излучения падает под углом скольжения $\vartheta = 60^\circ$ на естественную грань монокристалла NaCl ($M = 58,5 \cdot 10^{-3}$ кг/моль), плотность которого $\rho = 2,16$ г/см³.

Определить длину волны излучения, если при зеркальном отражении от этой грани наблюдается максимум третьего порядка.

7.286. Узкий пучок рентгеновских лучей падает под углом скольжения $\alpha = 60,0^\circ$ на естественную грань монокристалла NaCl, плотность которого $\rho = 2,16 \text{ г/см}^3$. При зеркальном отражении от этой грани образуется максимум второго порядка. Определить длину волны излучения.

7.287. Пучок рентгеновских лучей с $\lambda = 174 \text{ пм}$ падает на поверхность монокристалла, поворачивающегося вокруг оси, которая параллельна его поверхности и перпендикулярна к направлению падающего пучка. При этом направления на максимумы второго и третьего порядков от системы плоскостей, параллельных поверхности монокристалла, образуют между собой угол $\alpha = 60^\circ$. Найти соответствующее межплоскостное расстояние.

7.288. При прохождении пучка рентгеновских лучей с $\lambda = 17,8 \text{ пм}$ через поликристаллический образец на экране, расположенном на расстоянии $l = 15 \text{ см}$ от образца, образуется система дифракционных колец. Определить радиус светлого кольца, соответствующего второму порядку отражения от системы плоскостей с межплоскостным расстоянием $d = 155 \text{ пм}$.

Тема 7. Закон Брюстера. Закон Малюса

7.289. Пучок света, идущий в воздухе, падает на поверхность жидкости под углом $\varepsilon_1 = 54^\circ$. Определить угол преломления ε_2' пучка, если отраженный пучок полностью поляризован.

7.290. На какой угловой высоте φ над горизонтом должно находиться Солнце, чтобы солнечный свет, отраженный от поверхности воды, был полностью поляризован?

7.291. Пучок естественного света, идущий в воде, отражается от грани алмаза, погруженного в воду. При каком угле падения ε_B отраженный свет полностью поляризован?

7.292. Угол Брюстера ε_B при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен 57° . Определить скорость света в этом кристалле.

7.293. Предельный угол ε_1' полного отражения пучка света на границе жидкости с воздухом равен 43° . Определить угол Брюстера ε_B для падения луча из воздуха на поверхность этой жидкости.

7.294. Пучок естественного света падает на стеклянную ($n = 1,6$) призму (рис. 10). Определить двугранный угол θ призмы, если отраженный пучок максимально поляризован.

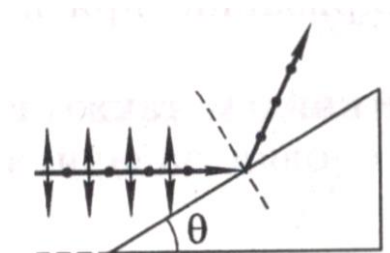


Рис. 10

7.295. Алмазная призма находится в некоторой среде с показателем преломления n_1 . Пучок естественного света падает на призму так, как это показано на рис. 11. Определить показатель преломления n_2 среды, если отраженный пучок максимально поляризован.

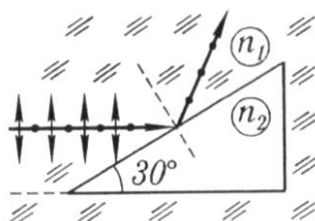


Рис. 11

7.296. Параллельный пучок естественного света падает на сферическую каплю воды. Найти угол φ между отраженным и падающим лучами в точке A (рис. 12).

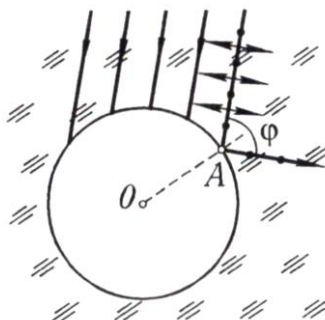


Рис. 12

7.297. Пучок естественного света падает на стеклянный шар ($n = 1,54$). Найти угол γ между преломленным и падающим пучками в точке A (рис. 13).

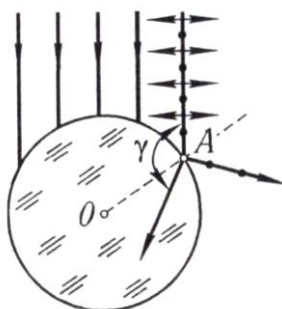


Рис. 13

7.298. Пучок естественного света падает на стеклянный шар, находящийся в воде. Найти угол φ между отраженным и падающим лучами в точке A (рис. 14). Показатель преломления n стекла принять равным 1,58.

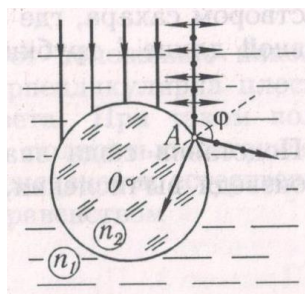


Рис. 14

7.299. Анализатор в $k = 2$ раза уменьшает интенсивность света, приходящего к нему от поляризатора. Определить угол α между

плоскостями пропускания поляризатора и анализатора. Потерями интенсивности света в анализаторе пренебречь.

7.300. Угол α между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора равен 45° . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, выходящего из анализатора, если угол увеличить до 60° ?

7.301. Во сколько раз ослабляется интенсивность света, проходящего через два николя, плоскости пропускания которых образуют угол $\alpha = 30^\circ$, если в каждом из николей в отдельности теряется 10 % интенсивности падающего на него света?

7.302. В фотометре одновременно рассматривают две половины поля зрения: в одной видна эталонная светящаяся поверхность с яркостью $L_1 = 5$ ккд/м², в другой - испытываемая поверхность, свет от которой проходит через два николя. Граница между обеими половинами поля зрения исчезает, если второй николь повернуть относительно первого на угол $\alpha = 45^\circ$. Найти яркость L_2 испытываемой поверхности, если известно, что в каждом из николей интенсивность падающего на него света уменьшается на 8 %.

7.303. Определить угол полной поляризации при отражении света от стекла, показатель преломления которого равен 1,57.

7.304. Предельный угол полного внутреннего отражения для некоторого вещества равен 45° . Чему равен для этого вещества угол полной поляризации?

7.305. Под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы его лучи, отраженные от поверхности озера, были бы наиболее полно поляризованы?

7.306. Чему равен показатель преломления стекла, если при отражении от него света отраженный луч будет полностью поляризован при угле преломления 30° ?

7.307. Луч света проходит через жидкость, налитую в стеклянный ($n = 1,5$) сосуд, и отражается от дна. Отраженный луч полностью поляризован при падении его на дно сосуда под углом $42^\circ 37'$. Найти: 1) показатель преломления жидкости, 2) под каким углом должен падать на дно сосуда луч света, идущий в этой жидкости, чтобы наступило полное внутреннее отражение.

7.308. Пучок плоскополяризованного света, длина волны которого в вакууме равна 589 нм, падает на пластинку исландского шпата перпендикулярно его оптической оси. Найти длины волн обыкновенного и необыкновенного лучей в кристалле, если показатели преломления исландского шпата для обыкновенного и для необыкновенного лучей равны соответственно $n_o = 1,66$ и $n_e = 1,49$.

7.309. Чему равен угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, прошедшего через

поляризатор и анализатор, уменьшается в четыре раза? Поглощением света пренебречь.

7.310. Естественный свет проходит через поляризатор и анализатор, поставленные так, что угол между их главными плоскостями равен α . Как поляризатор, так и анализатор поглощают и отражают 8% падающего на них света. Оказалось, что интенсивность луча, вышедшего из анализатора, равна 9% интенсивности естественного света, падающего на поляризатор. Найти угол α .

7.311. Определить коэффициент отражения естественного света, падающего на стекло ($n = 1,54$) под углом полной поляризации. Найти степень поляризации лучей, прошедших в стекло. Поглощением света пренебречь.

7.312. Луч естественного света проходит сквозь плоскопараллельную стеклянную пластинку ($n = 1,54$) падая на нее под углом полной поляризации. Найти степень поляризации лучей, прошедших сквозь пластинку.

7.313. Определить: 1) коэффициент отражения и степень поляризации отраженных лучей при падении естественного света на стекло ($n = 1,5$) под углом 45° , 2) степень поляризации преломленных лучей.

7.314. Плоскополяризованный свет интенсивности $I_0 = 100$ лм/м² проходит последовательно через два совершенных поляризатора, плоскости которых образуют с плоскостью колебаний в исходном луче углы $\alpha_1 = 20,0^\circ$ и $\alpha_2 = 50,0^\circ$ (углы отсчитываются от плоскости колебаний по часовой стрелке, если смотреть вдоль луча). Определить интенсивность света I по выходе из второго поляризатора.

7.315. Доказать, что при падении света на границу раздела двух сред под углом Брюстера отраженный и преломленный лучи взаимно перпендикулярны.

7.316. Пучок естественного света падает (рис. 15) на стеклянную призму с углом $\alpha = 30^\circ$. Определить показатель преломления стекла, если отраженный луч является плоскополяризованным.

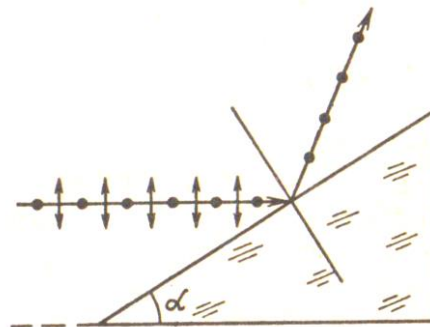


Рис. 15

7.317. Определить показатель преломления стекла, если при отражении от него света отраженный луч полностью поляризован при угле преломления 35° .

7.318. Определить, под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы лучи, отраженные от поверхности озера ($n = 1,33$) были максимально поляризованы.

7.319. Предельный угол полного отражения для пучка света на границе кристалла каменной соли с воздухом равен $40,5^\circ$. Определить угол Брюстера при падении света из воздуха на поверхность этого кристалла.

7.320. Свет, проходя через жидкость, налитую в стеклянный сосуд ($n = 1,5$), отражается от дна, причем отраженный свет плоскополяризован при падении его на дно сосуда под углом 41° . Определить показатель преломления жидкости.

7.321. Свет, проходя через жидкость, налитую в стеклянный сосуд ($n = 1,5$), отражается от дна, причем отраженный свет плоскополяризован при падении его на дно сосуда под углом 41° . Определить угол падения света на дно сосуда, чтобы наблюдалось полное отражение.

7.322. Параллельный пучок света падает нормально на пластинку из исландского шпата, толщиной 50 мкм, вырезанную параллельно оптической оси. Принимая показатели преломления исландского шпата для обыкновенного и необыкновенного лучей соответственно $n_o = 1,66$ и $n_e = 1,49$, определить разность хода этих лучей, прошедших через пластинку.

7.323. Плоскополяризованный свет, длина волны которого в вакууме $\lambda = 589$ нм, падает на пластинку исландского шпата перпендикулярно его оптической оси. Принимая показатели преломления исландского шпата для обыкновенного и необыкновенного лучей соответственно $n_o = 1,66$ и $n_e = 1,49$, определить длины волн этих лучей в кристалле.

7.324. Плоскополяризованный свет, длина волны которого в вакууме $\lambda = 530$ нм, падает на пластинку из кварца перпендикулярно его оптической оси. Определить показатели преломления кварца для обыкновенного (n_o) и необыкновенного (n_e) лучей, если длины волн этих лучей в кристалле соответственно равны $\lambda_o = 344$ нм и $\lambda_e = 341$ нм.

7.325. Определить наименьшую толщину кристаллической пластинки в четверть волны для $\lambda = 530$ нм, если разность показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей для данной длины волны $n_e - n_o = 0,01$. Пластинкой в четверть волны называется кристаллическая пластинка, вырезанная параллельно оптической оси, при прохождении через которую в направлении, перпендикулярном оптической оси, обыкновенный и

необыкновенный лучи, не изменяя своего направления, приобретают разность хода, равную $\lambda/4$.

7.326. Кристаллическая пластинка из исландского шпата с наименьшей толщиной $d = 0,86$ мкм служит пластинкой в четверть волны (см. задачу 325) для $\lambda = 0,59$ мкм. Определить разность Δn показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей.

7.327. Используя задачу 325, дать определение кристаллической пластинки в полволны и определить ее наименьшую толщину для $\lambda = 530$ нм, если разность показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей для данной длины волны $n_e - n_o = 0,01$.

7.328. Используя задачу 325, дать определение кристаллической пластинки «в целую волну» и определить ее наименьшую толщину для $\lambda = 530$ нм, если разность показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей для данной длины волны $n_e - n_o = 0,01$.

7.329. Угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора составляет 30° . Определить изменение интенсивности прошедшего через них света, если угол между главными плоскостями равен 45° .

7.330. Интенсивность естественного света, прошедшего через два николя, уменьшилась в 8 раз. Пренебрегая поглощением света, определить угол между главными плоскостями николей.

7.331. Определить, во сколько раз ослабится интенсивность света, прошедшего через два николя, расположенные так, что угол между их главными плоскостями $\alpha = 60^\circ$, а в каждом из николей теряется 8 % интенсивности падающего на него света.

7.332. Определить, во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света, прошедшего через два николя, главные плоскости, которых образуют угол в 60° , если каждый из николей как поглощает, так и отражает 5 % падающего на них света.

7.333. Естественный свет проходит через поляризатор и анализатор, угол между главными плоскостями которых равен α . Поляризатор и анализатор как поглощают, так и отражают 10 % падающего на них света. Определить угол α , если интенсивность света, вышедшего из анализатора, равна 12 % интенсивности света, падающего на поляризатор.

7.334. Естественный свет интенсивностью I_0 проходит через поляризатор и анализатор, угол между главными плоскостями которых составляет α . После прохождения света через эту систему он падает на зеркало и, отразившись, проходит вновь через нее. Пренебрегая поглощением света, определить интенсивность I света после его обратного прохождения.

7.335. Свет падает на стекло ($n = 1,72$) под таким углом, что отражения света не происходит. Определить угол между преломленным лучом и направлением предельного преломления.

7.336. Определить угол полной поляризации отраженного света для воды ($n = 1,33$).

7.337. Определить угол полной поляризации отраженного света для стекла ($n = 1,6$).

7.338. Определить угол полной поляризации отраженного света для алмаза ($n = 2,42$).

7.339. Определить угол полной поляризации отраженного света для воды ($n = 1,33$). Как поляризован падающий луч, если в этом случае отраженные лучи отсутствуют?

7.340. Определить наименьшую толщину пластинок в четверть длины волны из кварца и исландского шпата. Как должна быть направлена оптическая ось кристалла относительно граней такой пластинки ($\lambda = 0,589 \text{ мк}$)?

7.341. Углом полной поляризации называется такой угол падения луча света на поверхность раздела сред, при котором отраженный свет оказывается полностью поляризованным. Определить угол полной поляризации для случая перехода света из воздуха в воду.

7.342. Угол полной поляризации при падении света на поверхность некоторой жидкости оказался равным $57^\circ 46'$. Что это за жидкость?

7.343. Пучок естественного света падает на систему из $N = 6$ поляризаторов, плоскость пропускания каждого из которых повернута на угол $\varphi = 30^\circ$ относительно плоскости пропускания предыдущего поляризатора. Какая часть светового потока проходит через эту систему?

7.344. Естественный свет падает на систему из трех последовательно расположенных одинаковых поляроидов, причем плоскость пропускания среднего поляроида составляет угол $\varphi = 60^\circ$ с плоскостями пропускания двух других поляроидов. Каждый поляроид обладает поглощением таким, что при падении на него линейно поляризованного света максимальный коэффициент пропускания составляет $\tau = 0,81$. Во сколько раз уменьшится интенсивность света после прохождения этой системы?

Тема 8. Степень поляризации света

7.345. В частично-поляризованном свете амплитуда светового вектора, соответствующая максимальной интенсивности света, в $n = 2$ раза больше амплитуды, соответствующей минимальной интенсивности. Определить степень поляризации P света.

7.346. Степень поляризации P частично-поляризованного света равна 0,5. Во сколько раз отличается максимальная интенсивность света, пропускаемого через анализатор, от минимальной?

7.347. На пути частично-поляризованного света, степень поляризации P которого равна 0,6, поставили анализатор так, что интенсивность света, прошедшего через него, стала максимальной. Во сколько раз уменьшится интенсивность света, если плоскость пропускания анализатора повернуть на угол $\alpha = 30^\circ$?

7.348. На николю падает пучок частично-поляризованного света. При некотором положении николя интенсивность света, прошедшего через него, стала минимальной. Когда плоскость пропускания николя повернули на угол $\beta = 45^\circ$, интенсивность света возросла в $k = 1,5$ раза. Определить степень поляризации P света.

7.349. Чему равна степень поляризации P света, представляющего собой смесь естественного света с плоскополяризованным, если отношение интенсивности поляризованного света к интенсивности естественного равно 1?

7.350. Чему равна степень поляризации P света, представляющего собой смесь естественного света с плоскополяризованным, если отношение интенсивности поляризованного света к интенсивности естественного равно 10?

7.351. Несовершенный поляризатор пропускает в своей плоскости $\alpha_1 = 0,90$ часть интенсивности соответствующего колебания, а в перпендикулярной плоскости $\alpha_2 = 0,10$ часть интенсивности соответствующего колебания. Определить степень поляризации P света, прошедшего через поляризатор, если первоначально свет был естественным. **Примечание.** Естественный свет может быть представлен как наложение двух некогерентных волн одинаковой интенсивности, поляризованных во взаимно перпендикулярных плоскостях. При таком представлении интенсивность естественного света равна сумме интенсивностей этих волн.

7.352. Имеются два одинаковых несовершенных поляризатора, каждый из которых в отдельности обуславливает степень поляризации $P_1 = 0,800$. Какова будет степень поляризации света, прошедшего последовательно через оба поляризатора, если плоскости поляризаторов: а) параллельны, б) перпендикулярны друг другу?

7.353. Определить степень поляризации частично поляризованного света, если амплитуда светового вектора, соответствующая максимальной интенсивности света, в 3 раза больше амплитуды, соответствующей его минимальной интенсивности.

7.354. Степень поляризации частично поляризованного света составляет 0,75. Определить отношение максимальной интенсивности света, пропускаемого анализатором, к минимальной.

7.355. Определить степень поляризации P света, который представляет собой смесь естественного света с плоскополяризованным, если интенсивность поляризованного света равна интенсивности естественного.

7.356. Определить степень поляризации P света, который представляет собой смесь естественного света с плоскополяризованным, если интенсивность поляризованного света в 5 раз больше интенсивности естественного.

7.357. Степень поляризации частично поляризованного света $P = 0,25$. Найти отношение интенсивности поляризованной составляющей этого света к интенсивности естественной составляющей.

7.358. На пути частично поляризованного света поместили поляризатор. При повороте поляризатора на угол $\varphi = 60^\circ$ из положения, соответствующего максимуму пропускания, интенсивность прошедшего света уменьшилась $\eta = 3,0$ раза. Найти степень поляризации падающего света.

7.359. На пути естественного пучка света поместили два несовершенных поляризатора. Оказалось, что при параллельных плоскостях пропускания поляризаторов эта система пропускает в $\eta = 10,0$ раз больше света, чем при скрещенных плоскостях. Найти степень поляризации света, которую создает: а) каждый поляризатор в отдельности; б) вся система при параллельных плоскостях пропускания поляризаторов.

Тема 9. Вращение плоскости поляризации

7.360. Пластинку кварца толщиной $d_1 = 2$ мм, вырезанную перпендикулярно оптической оси, поместили между параллельными николями, в результате чего плоскость поляризации света повернулась на угол $\varphi = 53^\circ$. Определить толщину d_2 пластинки, при которой данный монохроматический свет не проходит через анализатор.

7.361. Никотин (чистая жидкость), содержащийся в стеклянной трубке длиной $d = 8$ см, поворачивает плоскость поляризации желтого света натрия на угол $\varphi = 137^\circ$. Плотность никотина $\rho = 1,01 \cdot 10^3$ кг/м³. Определить удельное вращение $[\alpha]$ никотина.

7.362. Раствор глюкозы с массовой концентрацией $C_1 = 280$ кг/м³, содержащийся в стеклянной трубке, поворачивает плоскость поляризации монохроматического света, проходящего через этот раствор, на угол $\varphi_1 = 32^\circ$. Определить массовую концентрацию C_2 глюкозы в другом растворе, налитом в трубку такой же длины, если он поворачивает плоскость поляризации на угол $\varphi_2 = 24^\circ$.

7.363. Угол φ поворота плоскости поляризации желтого света натрия при прохождении через трубку с раствором сахара равен 40° . Длина трубки $d = 15$ см. Удельное вращение $[\alpha]$ сахара равно $1,17 \cdot 10^{-2}$ рад·м³/(м·кг). Определить плотность ρ раствора.

7.364. Определить толщину кварцевой пластинки, для которой угол поворота плоскости поляризации монохроматического света определенной длины волны $\varphi = 180^\circ$. Удельное вращение в кварце для данной длины волны $\alpha = 0,52$ рад/мм.

7.365. Пластинка кварца толщиной $d_1 = 2$ мм, вырезанная перпендикулярно оптической оси кристалла, поворачивает плоскость поляризации монохроматического света определенной длины волны на угол $\varphi_1 = 30^\circ$. Определить толщину d_2 кварцевой пластинки, помещенной между параллельными николями, чтобы данный монохроматический свет гасился полностью.

7.366. Определить массовую концентрацию C сахарного раствора, если при прохождении света через трубку длиной $l = 20$ см с этим раствором плоскость поляризации света поворачивается на угол $\varphi = 10^\circ$. Удельное вращение $[\alpha]$ сахара равно $1,17 \cdot 10^{-2}$ рад·м²/кг.

7.367. Раствор глюкозы с массовой концентрацией $C_1 = 0,21$ г/см³, находящийся в стеклянной трубке, поворачивает плоскость поляризации монохроматического света, проходящего через раствор, на угол $\varphi_1 = 24^\circ$. Определить массовую концентрацию C_2 глюкозы в другом растворе в трубке

такой же длины, если он поворачивает плоскость поляризации на угол $\varphi_2 = 18^\circ$.

7.368. Плоскополяризованный монохроматический свет, прошедший через поляроид, оказывается полностью погашенным. Если же на пути света поместить кварцевую пластинку, то интенсивность прошедшего через поляроид света уменьшается в 3 раза (по сравнению с интенсивностью света, падающего на поляроид). Принимая удельное вращение в кварце $\alpha = 0,52$ рад/мм и пренебрегая потерями света, определить минимальную толщину кварцевой пластинки.

7.369. Естественный монохроматический свет падает на систему из двух скрещенных поляризаторов, между которыми находится кварцевая пластинка, вырезанная перпендикулярно к оптической оси. Найти минимальную толщину пластинки, при которой эта система будет пропускать $\eta = 0,30$ светового потока, если постоянная вращения кварца $\alpha = 17$ угл.град/мм.

7.370. Свет проходит через систему из двух скрещенных поляризаторов, между которыми расположена кварцевая пластинка, вырезанная перпендикулярно к оптической оси. Определить минимальную толщину пластинки, при которой свет с длиной волны 436 нм будет полностью задерживаться этой системой, а свет с длиной волны 497 нм - пропускаться наполовину. Постоянная вращения кварца для этих длин волн равна соответственно 41,5 и 31,1 угл.град/мм.