

ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

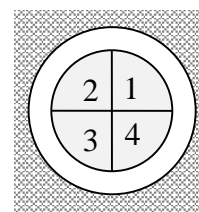
Для студентов 2-го курса МФТИ

03 июня 2016

ФИО	№ группы	ВАРИАНТ А	1	2	3	4	5	Σ	оценка	задания	
											I

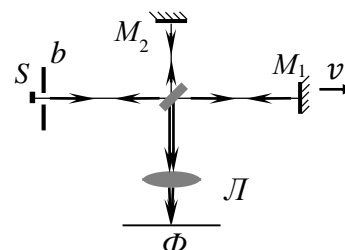
1А. Линейно поляризованная радиоволна, распространяющаяся в ионосфере вдоль магнитного поля Земли, может быть представлена в виде суперпозиции двух волн, поляризованных по кругу с правой и левой поляризацией. Эти волны имеют разные фазовые скорости, что приводит к повороту плоскости поляризации исходной волны. На частоте $f = 50$ МГц коэффициенты преломления поляризованных по кругу радиоволн отличаются на малую величину Δn : $n_{1,2} = n \pm \Delta n/2$. Определить Δn , если поворот плоскости поляризации линейно поляризованной волны на угол π рад происходит при прохождении ею в ионосфере расстояния $\Delta h = 6$ км.

2А. Сферическая волна падает на непрозрачный экран с круглым отверстием, открывающим для точки наблюдения две первых зоны Френеля. В центр отверстия устанавливается диск из стекла с показателем преломления $n = 1,5$, целиком перекрывающий первую зону Френеля. Диск имеет четыре одинаковых сектора (см. рис.) разной толщины $d_m = d_0(m-1)$, $m = 1, 2, 3, 4$. Определите интенсивность света в точке наблюдения, если в отсутствие экрана и диска интенсивность в точке наблюдения равна I_0 , а $d_0 = \lambda/3$, λ — длина волны излучения.

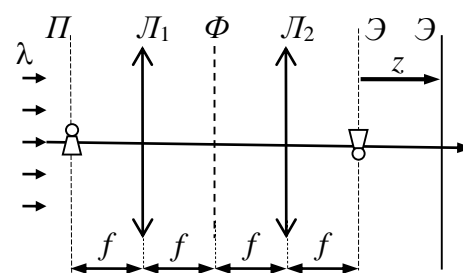


3А. Расходящийся пучок непрерывного монохроматического оптического излучения анализируется с помощью интерферометра Фабри-Перо с расстоянием между зеркалами $L = 5$ см и коэффициентом отражения зеркал по интенсивности $\rho = 0,9$. Во сколько раз изменится угловая ширина дифракционных колец, если непрерывное излучение преобразовать в периодическую последовательность импульсов длительностью $\tau = 10^{-9}$ с и периодом следования $T > 10^{-8}$ с.

4А. С помощью интерферометра Майкельсона, одно из зеркал которого смещается в процессе измерения со скоростью $v = 0,1$ см/с, изучается закон изменения интенсивности $I(t)$ в интерференционной картине, регистрируемой фотоприемником Φ , расположенным в фокальной плоскости линзы L . Необходимо выяснить, излучает ли источник S дублет – две близкие узкие спектральные линии $\lambda - \Delta\lambda/2$ и $\lambda + \Delta\lambda/2$ с центральной длиной волны λ и интервалом между линиями $\Delta\lambda$, либо излучение представляет собой однородную широкую линию с центральной длиной волны λ и спектральной шириной $\Delta\lambda$. 1) Оцените время измерения, необходимое для того, чтобы отличить излучение дублета от одиночной широкой спектральной линии, а также время необходимое для определения спектральной ширины $\delta\lambda$ каждой из линий дублета. 2) Нарисуйте качественные графики функций видности интерференционной картины $V(t)$ с указанием положения максимумов и их «временной ширины» для этих двух случаев. 3) Какова несущая частота изменения фототока Ω ? 4) Как изменится интерференционная картина при изменении размеров источника b ? $\lambda = 5 \cdot 10^{-5}$ см, $\Delta\lambda = 5 \cdot 10^{-8}$ см, $\delta\lambda = 5 \cdot 10^{-10}$ см.



5А. В оптической системе, показанной на рисунке, сфокусированное изображение предмета, расположенного в плоскости Π , наблюдается на экране \mathcal{E} . Если сдвинуть экран \mathcal{E} на расстояние z , как показано на рисунке, то изображение окажется «размытым», расфокусированным. 1) Найдите минимальный период решётки d , которую следует расположить в фурье-плоскости Φ , чтобы мультиплицированное изображение на экране оказалось «резким», сфокусированным. 2) При каких ещё смещениях экрана в этом случае можно наблюдать сфокусированные изображения предмета?



3) При каком размере предмета b не будут перекрываться соседние элементы мультиплицированного изображения? $z = 1$ м, $\lambda = 500$ нм, $f = 20$ см. *Указание:* полагайте углы дифракции малыми.

ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

Для студентов 2-го курса МФТИ

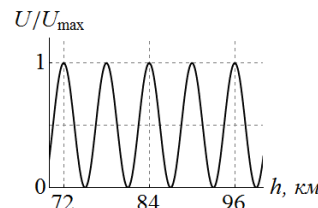
03 июня 2016

ФИО	№ группы

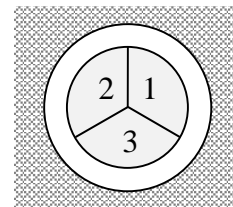
ВАРИАНТ Б

1	2	3	4	5	Σ	оценка	задания	
							I	II

1Б. Линейно поляризованная радиоволна, распространяющаяся в ионосфере вдоль магнитного поля Земли, может быть представлена в виде суперпозиции двух волн, поляризованных по кругу с правой и левой поляризацией. Эти волны имеют разные коэффициенты преломления $n_{1,2}$, что приводит к повороту плоскости поляризации исходной волны. На рисунке показана часть графика изменения напряжения $U(h)$ на входе приёмника, подключенного к антенне с линейной поляризацией, как функция расстояния от источника линейно поляризованного излучения h до антенны. Источник удаляется от антенны в ионосфере. Частота излучения $f = 50$ МГц. Определите разность коэффициентов преломления $\Delta n = n_1 - n_2$.



2Б. Плоская волна падает на непрозрачный экран с круглым отверстием, открывающим для точки наблюдения две первых зоны Френеля. В центр отверстия устанавливается диск из стекла с показателем преломления $n = 1,5$, целиком перекрывающим первую зону Френеля. Диск имеет три одинаковых сектора (см. рис. 1) разной толщины $d_m = a + b(m-1)$, $m = 1, 2, 3$, где a и b — некоторые положительные константы. Определите минимальные значения a и b , при которых интенсивность в точке наблюдения максимальна. Определите значение этой интенсивности, если в отсутствие экрана и диска интенсивность в точке наблюдения равна I_0 . Длина волны излучения — λ .



3Б. Монохроматическое расходящееся оптическое излучение анализируется с помощью интерферометра Фабри-Перо с коэффициентом отражения зеркал по интенсивности $\rho = 0,9$. После того, как непрерывное излучение было преобразовано в периодическую последовательность импульсов длительностью $\tau = 2 \cdot 10^{-9}$ с, угловая ширина дифракционных колец увеличилась в $\alpha = 10$ раз. Найти расстояние L между зеркалами интерферометра.

4Б. При изучении звёздного объекта с помощью интерферометра Майкельсона (см. рис. 1) была получена зависимость видности V интерференционной картины, наблюдаемой в фокальной плоскости Φ объектива L , от базы интерферометра D (см. рис. 2). Видность периодически принимает максимальные значения при $D = D_1, 2D_1, 3D_1$, при этом максимумы видности постепенно уменьшаются и, наконец, при $D \geq 4D_1$ интерференционная картина практически исчезает. Определите угловое расстояние между звёздами и угловой размер каждой звезды, если $\lambda = 500$ нм, $D_1 = 1$ м.

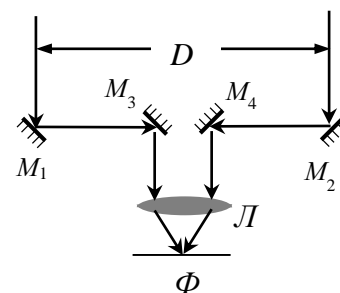


Рис.1

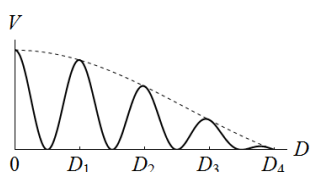


Рис.2

5Б. В оптической системе, показанной на рисунке, сфокусированное изображение предмета, расположенного в плоскости Π , наблюдается на экране Ξ . Если сместить предмет на расстояние z , как показано на рисунке, то изображение окажется «размытым», расфокусированным. 1) Решётку какого периода нужно расположить в фурье-плоскости оптической системы Φ , чтобы изображение оказалось сфокусированным? 2) Останется ли изображение сфокусированным, если период решётки увеличить вдвое? 3) Каким должен быть размер предмета, чтобы на экране не происходило перекрытие соседних элементов мультиплицированного изображения? $z = 1$ м, $\lambda = 500$ нм, $f = 25$ см. *Указание:* полагайте углы дифракции малыми.

