

ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

Для студентов 2-го курса МФТИ

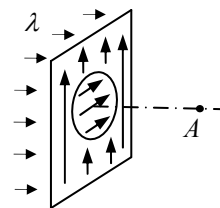
06 июня 2013г.

ФИО	№ группы

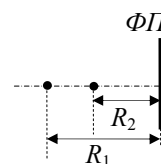
ВАРИАНТ А

1	2	3	4	5	Σ	оценка

1А. В пластинке из поляроида вырезано круглое отверстие размером в 2,5 зоны Френеля для точки A , лежащей на оси отверстия (см. рис.). Отверстие затянато поляроидной плёнкой, разрешённое направление в которой составляет угол 90° с разрешённым направлением пластинки. Пластинка освещается параллельным пучком неполяризованного света интенсивностью I_0 . Найти интенсивность света в точке A .



2А. Фотографируется на плёнку интерференционная картина, полученная от двух точечных монохроматических источников, испускающих свет одной и той же частоты. Источники расположены на перпендикуляре к плоскости фотоплёнки (ФП) на расстояниях $R_1 = 1$ м и $R_2 = 0,6$ м (см. рис.). Обработанная фотоплёнка просвечивается плоской волной той же частоты, падающей нормально на её поверхность. Предполагая, что амплитудная прозрачность фотоплёнки (голограммы) пропорциональна интенсивности света при записи, определите положения изображений. Размер фотоплёнки много меньше R_1 и R_2 .



3А. На рис. 1 изображена модифицированная схема опыта Юнга. Источником света служит щель шириной a , на которую сфокусировано изображение протяжённого источника. На экран с двумя щелями шириной b каждая, расположенными на расстоянии d друг от друга, свет падает параллельным пучком. Интерференционная картина наблюдается в фокальной плоскости второй линзы. Длина волны $\lambda = 600$ нм, фокусные расстояния линз $F_1 = F_2 = F = 20$ см. Интерференционная картина $I(\varphi)$ изображена на рис. 2.

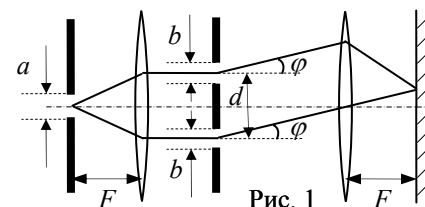


Рис. 1

1. Определите ширину b каждой из 2-х щелей.
2. Определите расстояние d между щелями.
3. Принимая видность интерференционных полос равной $V = 2/\pi \approx 0,64$, определите ширину щели a .
4. Оцените максимальное значение ширины щели a , при котором ещё можно наблюдать интерференционные полосы.
5. Оцените максимально допустимую некогерентность света $\Delta\lambda$, при которой можно наблюдать все интерференционные полосы, изображённые на рис. 2.

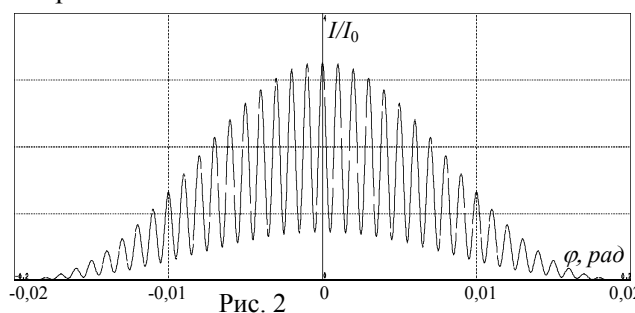
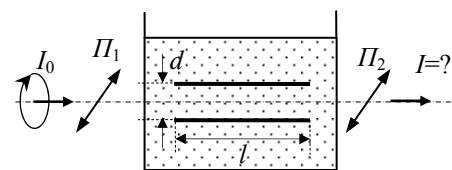


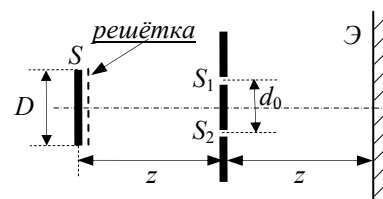
Рис. 2

4А. Некоторые жидкости под действием электрического поля приобретают свойства одноосного кристалла, причём оптическая ось оказывается направлена по полю (электрооптический эффект Керра). Фазовый сдвиг между обыкновенной и необыкновенной волной даётся соотношением $\Delta\varphi = (2\pi/\lambda)(n_e - n_o)l = 2\pi B E^2$. Здесь l — толщина слоя вещества, B — так называемая константа Керра. Наибольшим значением B из всех исследованных жидкостей обладает нитробензол, для которого $B = 2,2 \cdot 10^{-5}$ (ед. СГСЭ).



На рис. изображена кювета с нитробензолом, в которой расположен конденсатор. С обеих сторон к кювете примыкают два идеальных поляроида, разрешённые направления которых параллельны и направлены под углом $\alpha = 45^\circ$ к направлению поля в конденсаторе. Пластины конденсатора имеют длину $l = 5$ см, расстояние между ними $d = 5$ мм. К конденсатору приложено напряжение $U = 2910$ В (1 ед. напряжения СГСЭ = 300 В). Определите интенсивность I света на выходе второго поляроида, если на первый поляроид падает свет, поляризованный по кругу с интенсивностью I_0 .

5А. В опыте Юнга использовали протяжённый квазимонохроматический источник S (длина волны $\lambda = 5 \cdot 10^{-5}$ см, размер источника $D = 1$ см, расстояние от источника до непрозрачного экрана с двумя щелями S_1 и S_2 равно $z = 20$ см). Расстояние между щелями $d_0 = 2$ мм оказалось слишком большим, поэтому интерференционная картина на экране \mathcal{E} не наблюдается. Для получения чёткой интерференционной картины предлагается вплотную к источнику S расположить многощелевую диафрагму (решётку) с периодом $d = 5 \cdot 10^{-3}$ см и шириной щелей $b = 2 \cdot 10^{-3}$ см. Решётка полностью покрывает источник, т.е. $d \cdot N = D$, N — число щелей решётки. Какова видность интерференционной картины, возникающей на экране \mathcal{E} в этом случае? При каком минимальном изменении расстояния d_0 между щелями S_1 и S_2 в непрозрачном экране интерференционная картина исчезает? Используйте приближение малых углов: $\alpha \approx D/2z \ll 1$, $\sin \alpha \approx \alpha$, $\cos \alpha \approx 1$.



ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

Для студентов 2-го курса МФТИ

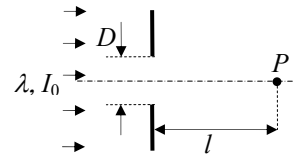
06 июня 2013г.

ФИО	№ группы

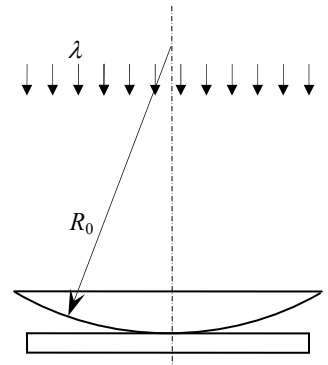
ВАРИАНТ Б

1	2	3	4	5	Σ	оценка

1Б. Наблюдается дифракция Френеля на оси круглого отверстия диаметром $D = 0,5$ см. Точка наблюдения P находится на расстоянии $l = 50$ см от плоскости экрана. Свет с длиной волны $\lambda = 500$ нм и интенсивностью I_0 падает на экран параллельным пучком. Как изменится интенсивность света в точке наблюдения, если к экрану вплотную соосно приложить линзу с оптической силой 1 дптр?

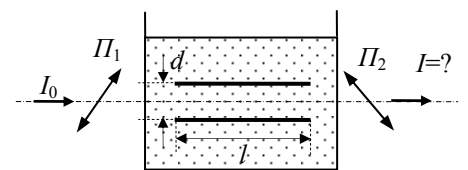


2Б. С линейным увеличением $\Gamma = 2$ на фотоплёнку фотографируется центральный участок интерференционной картины — колец Ньютона, полученных в отражённом монохроматическом свете при нормальном падении лучей. Радиус кривизны выпуклой поверхности линзы R_0 . После обработки фотоплёнки её просвечивают плоской волной той же длины волны, падающей нормально на поверхность плёнки. Предполагая, что амплитудная прозрачность фотоплёнки (голограммы) пропорциональна интенсивности света при экспозиции, определите положение изображений. Размер фотографируемого участка колец Ньютона много меньше R_0 .



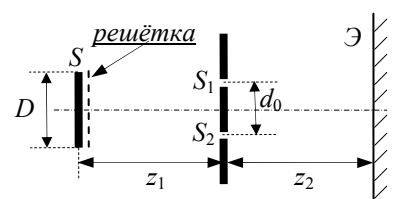
3Б. При изучении ионизированной оболочки Земли — ионосферы — применяется метод дисперсионного интерферометра. С космического зонда, падающего вертикально вниз (в гравитационном поле Земли) со скоростью $v = 1$ км/с передатчики излучают радиоволны на частотах f_0 и $3f_0$, $f_0 = 30$ МГц. Приёмник, расположенный в точке падения зонда на Землю, принимает эти сигналы и обрабатывает их. Нижняя частота принятого сигнала умножается на 3 и вычитается из частоты принятого сигнала на высокой частоте, а получившаяся приведённая разница частот $|\Delta f|$ измеряется. Определить концентрацию электронов N_e в ионосфере, соответствующую моменту измерения, если в этот момент $|\Delta f| = 5$ Гц. Считать, что $N_e(h)$ — медленная функция от высоты h : $dN_e(h)/dh \cdot 1 \text{ км} \ll N_e(h)$. Для исследуемого участка ионосферы можно считать $[2\pi f_0]^2 \gg \omega_{пл}^2$, $\omega_{пл}$ — плазменная частота.

4Б. Некоторые жидкости под действием электрического поля приобретают свойства одноосного кристалла, причём оптическая ось оказывается направленной по полю (электрооптический эффект Керра). Фазовый сдвиг между обыкновенной и необыкновенной волной даётся соотношением $\Delta\varphi = (2\pi/\lambda)(n_e - n_o)l = 2\pi B E^2$. Здесь l — толщина слоя вещества, B — так называемая константа Керра. Наибольшим значением B из всех исследованных жидкостей обладает нитробензол, для которого $B = 2,2 \cdot 10^{-5}$ (ед. СГСЭ).



На рис. изображена кювета с нитробензолом, в которой расположен конденсатор. С обеих сторон к кювете примыкают два скрещенных поляроида Π_1 и Π_2 , разрешённые направления которых составляют угол $\alpha = 45^\circ$ с направлением поля в конденсаторе. На поляриод Π_1 падает неполяризованный свет с интенсивностью I_0 . Определите интенсивность I света на выходе второго поляроида при следующих параметрах установки: $l = 10$ см, $d = 1$ см, напряжение на конденсаторе $U = 8250$ В (1 ед. напряжения СГСЭ = 300 В).

5Б. В опыте Юнга использовали протяжённый квазимонохроматический источник S размера $D = 0,5$ см (длина волны $\lambda = 5 \cdot 10^{-5}$ см, $z_1 = z_2 = 20$ см, расстояние между щелями S_1 и S_2 равно $d_0 = 2$ мм). Возникнет ли картина интерференции на экране \mathcal{E} ?



Чтобы получить чёткую интерференционную картину, предлагается вплотную к источнику S расположить многощелевую диафрагму (решётку) с периодом $d = 10^{-2}$ см, шириной щелей $b = 1,5 \cdot 10^{-3}$ см и числом щелей $N = 50$. Какова видность интерференционной картины на экране \mathcal{E} в этом случае?

При каком минимальном изменении длины волны излучения источника интерференционная картина исчезает? Используйте приближение малых углов: $\alpha \approx D/2z \ll 1$, $\sin \alpha \approx \alpha$, $\cos \alpha \approx 1$.