

# ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

Для студентов 2-го курса МФТИ

05 июня 2012г.

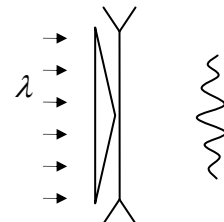
ФИО	№ группы

**ВАРИАНТ А**

1	2	3	4	5	Σ	оценка

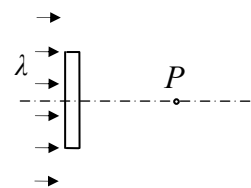
**1А.** На бипризму БП с показателем преломления  $n = 1,5$  и преломляющим углом  $\alpha$  падает параллельный квазимонохроматический пучок света (средняя длина волны  $\lambda = 1$  мкм, ширина спектра  $\Delta\lambda \ll \lambda$ ). За бипризмой вплотную к ней помещена рассеивающая линза  $L$  с фокусным расстоянием  $f = -40$  см. На экране Э, расположенном на расстоянии  $|f|$  от линзы, наблюдается интерференционная картина.

1. Найти угол  $\alpha$ , если измеренная ширина интерференционной полосы  $\Delta x = N\lambda$ , где  $N = 57$ .
  2. Найти  $\Delta\lambda$ , если максимальное число наблюдаемых на экране полос  $m = 200$ .
  3. Найти видность  $V$  50-й полосы, отсчитываемой от центра.
- Линзу и бипризму считать тонкими.



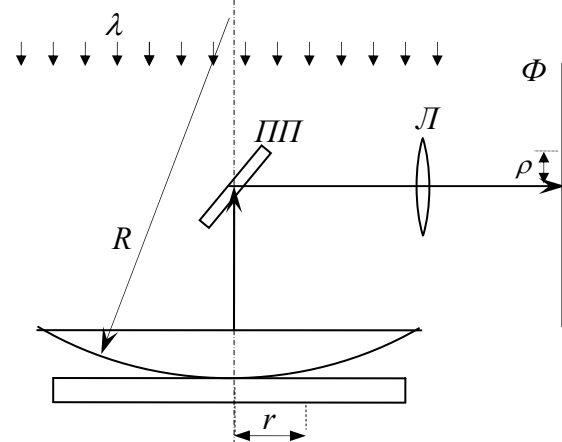
**2А.** В Германии создана установка, представляющая собой мощный импульсный лазер, смонтированный на грузовике, с телескопом для расширения лазерного пучка и спектрографом. Сфокусированное лазерное излучение может вызывать пробой воздуха на значительном расстоянии от установки, и по спектру излучения искры можно дистанционно определять загрязнение воздуха в недоступных точках. Найти пороговую энергию  $W$  лазерного импульса, необходимую для осуществления пробоя воздуха на расстоянии  $L = 1$  км, если диаметр лазерного пучка после телескопа  $D = 0,5$  м, распределение интенсивности излучения по сечению пучка вблизи телескопа прямоугольное, длина волны излучения  $\lambda = 1$  мкм, длительность импульса  $\tau = 10$  нс, расходимость лазерного излучения близка к дифракционной. Воздух пробивается, если амплитуда электрического поля в световой волне достигнет значения  $E = 10^7$  В/см.

**3А.** На пути плоской квазимонохроматической неполяризованной световой волны (интенсивность  $I_0$ , длина волны  $\lambda$ ) установлен круглый диск из поляроидной плёнки, плоскость которого нормальна волновому вектору волны. Показатель преломления плёнки для разрешённого направления поляризации равен  $n$ , радиус диска  $R$ . При какой толщине плёнки  $d$  интенсивность света в точке  $P$ , находящейся на оси за диском на расстоянии, при котором на диске укладывается  $m = 1,5$  зоны Френеля, окажется максимальной? Чему равна эта интенсивность?



**4А.** В установке для наблюдения колец Ньютона монохроматический свет от удалённого точечного источника с длиной волны  $\lambda = 500$  нм нормально падает на плоскую поверхность плоско-выпуклой линзы с радиусом кривизны выпуклой поверхности  $R = 100$  см. Участок интерференционного поля радиусом  $r_0 = 1$  см с помощью полупрозрачной пластинки  $ПП$  и линзы  $L$  фокусируется на фотоплёнке  $\Phi$  с линейным увеличением  $\Gamma = 2$ . Для упрощения задачи будем считать интенсивности обеих волн, создающих интерференционную картину, одинаковыми и пренебрегать преломлением лучей на поверхностях линзы. В этом приближении:

1. Найдите распределение интенсивности света от радиуса  $I(\rho)$  на фотоплёнке и определите число колец на выделенном участке интерференционного поля.
2. Можно ли рассмотреть (разрешить) все кольца на фотоплёнке невооружённым глазом с расстояния  $L = 25$  см? Диаметр зрачка примите равным  $d = 5$  мм.
3. Пусть теперь обработанную фотоплёнку просвечивают нормально падающей плоской волной с той же длиной волны  $\lambda = 500$  нм. Какие волны будут распространяться за фотоплёнкой? Укажите точки фокусировки света.



**5А.** Твердотельный лазер на кристалле Fe: CdSe излучает короткие импульсы длительностью  $\tau = 50$  пс на длине волны  $\lambda = 5$  мкм. Излучение лазера пропускается через плоскопараллельную прозрачную для этой длины волны пластинку из PbTe толщиной  $L = 1$  мм. Показатель преломления пластинки  $n = 5,857$ . Благодаря Френелевскому отражению от поверхностей пластинки, она работает как интерферометр Фабри-Перо. Оцените длительность импульсов за пластинкой.

# ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

Для студентов 2-го курса МФТИ

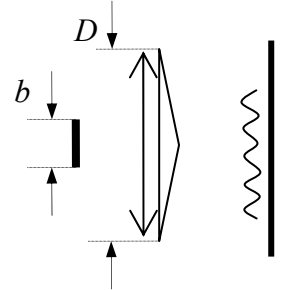
05 июня 2012г.

ФИО	№ группы

**ВАРИАНТ Б**

1	2	3	4	5	$\Sigma$	оценка

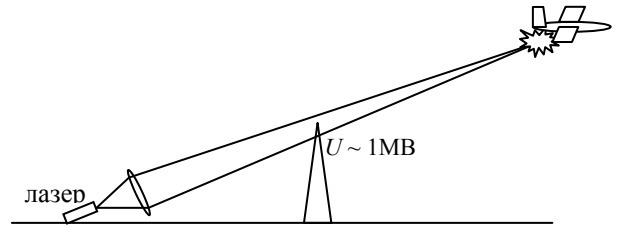
**1Б.** Свет от протяжённого монохроматического источника ( $\lambda = 1$  мкм) с размером  $b$  падает на собирающую линзу диаметром  $D = 1$  см с фокусным расстоянием  $f = 40$  см. За линзой вплотную к ней расположена бипризма с показателем преломления  $n = 1,5$  и преломляющим углом  $\delta = 0,02$  рад. На экране, расположенном на некотором расстоянии от бипризмы, наблюдается интерференционная картина, причём оказалось, что ширина полос интерференции  $\Delta x$  не зависит от этого расстояния.



1. Найти ширину интерференционных полос  $\Delta x$ .
2. Найти расстояние  $L$  между бипризмой и экраном, при котором на экране наблюдается максимальное число полос.
3. Найти размер источника  $b$ , если видность полос, измеренная на этом расстоянии  $L$  от бипризмы, оказалась равна  $V = \sin(\pi/2)/(\pi/2) \approx 0,64$ .

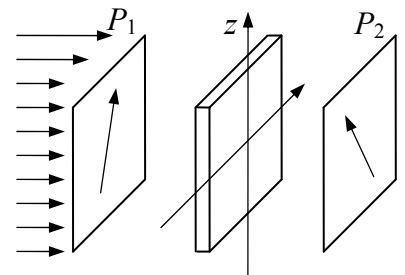
Линзу и бипризму считать тонкими.

**2Б.** Существовал проект (так и не реализованный) выведения из строя электроники вражеских самолетов путем подачи на корпус самолета по плазменному шнуру высоковольтного импульса от высокой мачты, на которую подано напряжение  $\sim 1$  МВ. Плазменный шнур должен был создаваться за счет пробоя воздуха мощным сфокусированным лазерным излучением, предварительно расширенным телескопом для уменьшения расходимости.



Оцените необходимый диаметр  $D$  объектива телескопа, чтобы инициировать пробой воздуха на расстоянии  $L = 3$  км, если длительность лазерного импульса  $\tau = 100$  мкс, энергия  $W = 100$  кДж, длина волны  $\lambda = 1000$  нм, расходимость обусловлена только дифракцией, а пробой наступает при амплитуде электрического поля волны  $E_0 = 10^7$  В/см. Считать, что лазерное излучение полностью заполняет объектив телескопа, то есть распределение интенсивности по сечению пучка вблизи телескопа близко к прямоугольному.

**3Б.** Система состоит из двух поляризаторов, между которыми поставили двулучепреломляющую пластинку, вырезанную параллельно оптической оси. Угол между разрешенными направлениями поляризаторов  $\alpha = 60^\circ$ , а ось пластинки ориентирована вдоль биссектрисы этого угла. Полученную конструкцию освещают неполяризованным квазимонохроматическим светом интенсивностью  $I_0$ , для которого данная пластинка оказывается пластинкой  $\lambda/3$ . Найти интенсивность света на выходе из системы.



**4Б.** Периодическая структура — решётка периода  $d = 2 \cdot 10^{-2}$  см с узкими щелями — освещается нормально падающим параллельным пучком света, содержащим две спектральные линии:  $\lambda_1 = 600$  нм (оранжевый цвет) и  $\lambda_2 = 450$  нм (синий цвет). Определите минимальное расстояние от решётки, где саморепродуцированное изображение её щелей имеет максимальную интенсивность.

**5Б.** Многие лазеры непрерывного действия генерируют свет одновременно на нескольких частотах (модах), определяемых размерами резонатора лазера и шириной спектральной линии (линии усиления) активного вещества. У аргонового (Ar) лазера, работающего на длине волны  $\lambda = 514,5$  нм, ширина линии усиления составляет  $\Delta \nu_0 = 3,5$  ГГц. Длина резонатора Ar лазера  $L = 1,5$  м.

Для выделения только одной моды, соответствующей максимуму линии усиления, излучение лазера пропускается через эталон Фабри-Перо, представляющий собой прозрачную пластину с показателем преломления  $n = 1,5$ . Энергетический коэффициент отражения поверхностей эталона (за счёт специального покрытия)  $r = 0,9$ . Оцените верхний и нижний пределы допустимых значений толщины эталона Фабри-Перо.