

ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

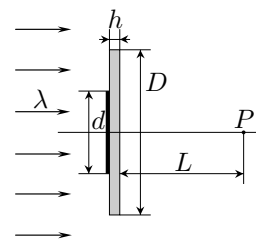
1	2	3	4	5	Σ

Для студентов 2-го курса МФТИ.

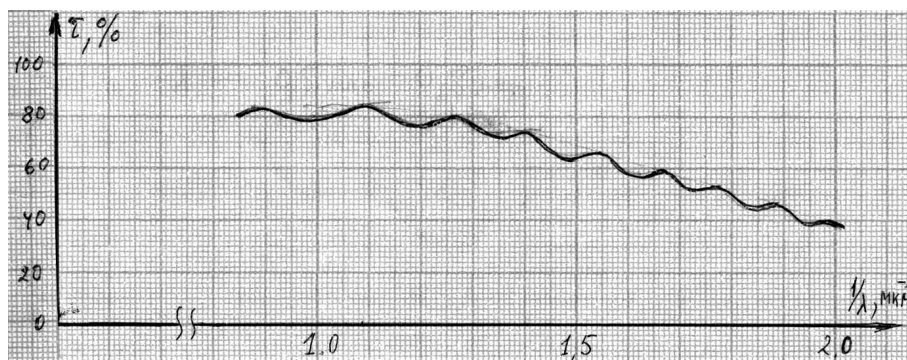
6 июня 2007 года

ВАРИАНТ А

1А. В параллельный пучок радиоизлучения с длиной волны $\lambda = 3$ см (см. рис.) установили диск из диэлектрика с показателем преломления $n = 1,5$, диаметром $D = 60$ см. В точке P , находящейся на оси диска на расстоянии $L = 1$ м от него, требуется получить нулевую интенсивность излучения. Для этого предлагается вплотную к диску поместить соосно с ним круглую металлическую пластину. Каким надо взять диаметр пластины? Какой при этом должна быть толщина h диска?



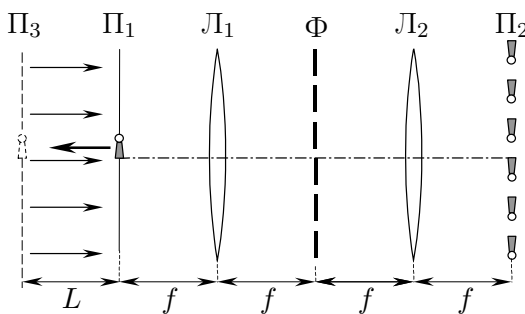
2А. При просвечивании тонкой плёнки толщиной $d = 1,0$ мкм. в диапазоне ближнего ИК и видимого света была получена зависимость коэффициента пропускания $\tau = f(1/\lambda)$, изображённая на рисунке. Покажите, что в данном диапазоне длин волн показатель преломления плёнки можно приближённо описать выражением $n(\lambda) = B/\lambda$, где B — некоторая постоянная величина, и определите значение этой величины.



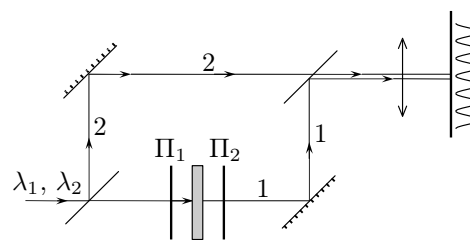
3А. Источник света излучает в спектральном интервале $\Delta\lambda = 200$ нм со средней длиной волны $\lambda = 600$ нм. Требуется выполнить исследование спектрального состава излучения источника с высоким разрешением не хуже $\delta\lambda = 2 \cdot 10^{-3}$ нм. Для этой цели может быть использован спектрограф с дифракционной решёткой. В лаборатории имеются три высококачественные решётки, их параметры указаны в таблице, в которой n — число штрихов на миллиметр, L — полный размер решётки, b — ширина прозрачных щелей каждого периода решётки. Какую из этих решёток следует использовать для проведения указанных исследований?

№	n ш/мм	L (см)	b (мкм)
1	500	10	0,4
2	1000	10	0,25
3	2000	10	0,25

4А. На рисунке показана оптическая система, состоящая из двух одинаковых линз L_1 и L_2 с фокусным расстоянием $f = 50$ см. В их общей фокальной плоскости Φ установлена решётка с узкими щелями и периодом $d_0 = 2,5 \cdot 10^{-2}$ см. Предмет («пешка», изображённая на рисунке) располагается во «входной» плоскости Π_1 (передняя фокальная плоскость линзы L_1) и освещается параллельным пучком света ($\lambda = 5 \cdot 10^{-5}$ см). При этом в «выходной» плоскости Π_2 (задней фокальной плоскости линзы L_2) возникает сфокусированное и при этом размноженное (мультиплицированное) изображение предмета. Определите: 1) период возникающей в выходной плоскости периодической структуры — мультиплицированного изображения; 2) при каком смещении предмета влево от входной плоскости (из Π_1 в некоторую плоскость Π_3) изображение предмета (и при этом мультиплицированное) вновь окажется сфокусированным.



5А. Излучение точечного источника неполяризованного света в интерферометре Майкельсона содержит две близкие спектральные линии одинаковой интенсивности $\lambda_1 = 5000 \text{ \AA}$ и $\lambda_2 = 5050 \text{ \AA}$. В одно из плеч интерферометра устанавливается «монокроматор» — два скрещенных поляроида (с ортогональными разрешёнными направлениями), между которыми располагается кристаллическая пластинка в $\lambda/2$ для линии λ_1 . Главные оси пластинки составляют угол 45° с разрешёнными направлениями поляридов, а $\Delta n = n_e - n_o = 0,005$. 1) При какой минимальной толщине пластинки «монокроматор» не пропустит (отфильтрует) компоненту λ_2 ? 2) Какова при этом будет видность наблюдаемой интерференционной картины?



ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

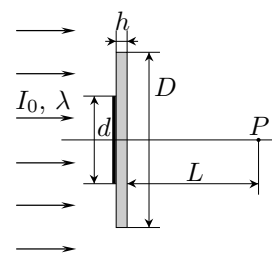
1	2	3	4	5	Σ

Для студентов 2-го курса МФТИ.

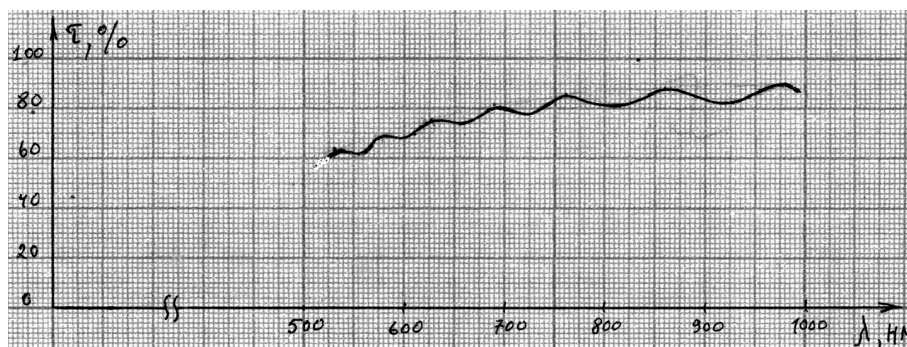
6 июня 2007 года

ВАРИАНТ Б

1Б. В параллельный пучок радиоизлучения с длиной волны $\lambda = 3$ см и интенсивностью I_0 внесли диск из диэлектрика с показателем преломления $n = 1,5$, диаметром $D = 60$ см и толщиной $h = 2$ см (см. рис.). В точке P , находящейся на оси диска на расстоянии $L = 1,5$ м от него, расположен приёмник излучения. Для повышения интенсивности излучения в точке P вплотную к диску приставили соосно с ним круглую металлическую пластину диаметром d . Определить этот диаметр, обеспечивший максимум интенсивности в этих условиях. Чему равен этот максимум I_{\max} ?

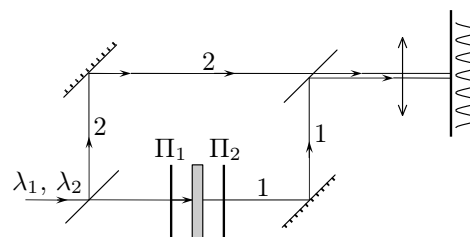


2Б. При изучении спектра пропускания тонкой диэлектрической плёнки была получена зависимость коэффициента пропускания τ от длины волны λ , изображённая на рисунке. Предполагая, что диэлектрическая постоянная ϵ плёнки не зависит от длины волны в данном диапазоне и равна $\epsilon = 2,25$, определите толщину плёнки d . Покажите, что экспериментальная кривая приблизительно соответствует предположению $\epsilon = \text{const}$.



3Б. Спектральная линия некоторого вещества имеет среднюю длину волны $\lambda = 630$ нм и спектральную ширину $\Delta f = 3 \cdot 10^9$ Гц. Требуется выполнить исследование тонкой структуры этой линии с разрешением не хуже $\delta \lambda = 2 \cdot 10^{-5}$ нм. Для этой цели в лаборатории имеются три интерферометра Фабри–Перо со следующими параметрами: базы интерферометров (расстояние между зеркалами) $L_1 = 10$ см, $L_2 = 5$ см, $L_3 = 2,5$ см; энергетический коэффициент отражения зеркал $r_1 = 99\%$, $r_2 = 95\%$, $r_3 = 99,5\%$. Какой из этих интерферометров следует использовать для проведения указанных исследований?

4Б. В интерференционной схеме (см. рис.) используется точечный источник естественного света, излучение которого содержит две близкие спектральные линии $\lambda_1 = 5000$ Å и $\lambda_2 = 5100$ Å одинаковой интенсивности. В одном из плеч интерференционной схемы установлен фильтр, представляющий собой два поляроида Π_1 и Π_2 с совпадающими разрешёнными направлениями, между которыми расположена кристаллическая пластинка в $\lambda/2$ для линии λ_2 . Главные направления пластинки составляют угол 45° с разрешёнными направлениями поляризаторов, а $\Delta n = n_e - n_o = 0,005$. 1) Какова минимальная толщина кристаллической пластинки, если на выходе пластинки свет с длиной волны λ_1 оказался поляризованным по кругу? 2) Какова при этом видимость наблюдаемой на экране Э интерференционной картины?



5Б. В оптической системе, изображённой на рисунке, в общей фокальной плоскости линз L_1 и L_2 (плоскость Φ) расположена решётка с узкими щелями. При этом в выходной плоскости Π_2 возникает мультиплицированное (размноженное) изображение объекта, расположенного во входной плоскости Π_1 и освещённого параллельным пучком света с длиной волны $\lambda = 5 \cdot 10^{-5}$ см. Фокусное расстояние линз $f = 25$ см. Определите период фильтрующей решётки в плоскости Φ , если расстояние между соседними элементами размноженного изображения (период мультипликации) $d = 0,25$ мм. На какое расстояние L влево от входной плоскости Π_1 можно сдвинуть объект, чтобы в плоскости Π_2 вновь возникло прежнее сфокусированное мультиплицированное изображение.

