

ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

Для студентов 2-го курса МФТИ

05 июня 2010г.

ФИО	№ группы

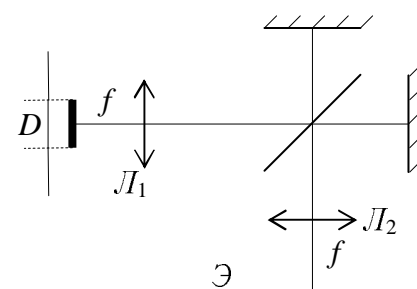
ВАРИАНТ А

1	2	3	4	5	чисто решено	оценка

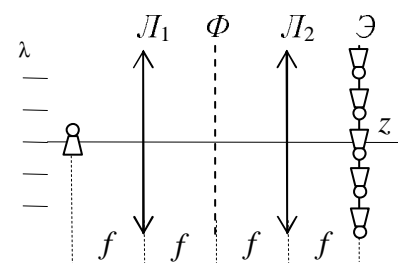
1А. Параллельный пучок света от натриевой лампы проходит сквозь пару поляризатор — анализатор, у которых разрешённые направления колебаний прошедшей волны параллельны. Между ними помещена двойколучепреломляющая пластина из кальцита, вырезанная параллельно оптической оси. Жёлтый дублет натрия состоит из двух близких линий: $\lambda_1 = 589,0 \text{ нм}$ и $\lambda_2 = 589,6 \text{ нм}$. Показатели преломления кальцита зависят от длины волны, так что в жёлтой области спектра $n_o = 1,4860$, $n_e = 1,6595$, $\frac{dn_o}{d\lambda} = -3,53 \cdot 10^{-5} \text{ нм}^{-1}$, $\frac{dn_e}{d\lambda} = -5,88 \cdot 10^{-5} \text{ нм}^{-1}$. Определить, при какой минимальной толщине пластинки через анализатор пройдёт только одна из линий дублета натрия, причём с максимальной интенсивностью. Как в этом случае должна быть ориентирована оптическая ось?

2А. На высокочастотный интерферометр Фабри-Перо, образованный двумя плоскими зеркалами, находящимися на расстоянии $L = 5 \text{ см}$ друг от друга, падают монохроматические волны длиной $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$. Для пространственных частот падающих волн $\vec{\Omega} = (k_x, k_y)$ выполнено условие $|\vec{\Omega}| \leq \Omega_0 [\text{рад/см}]$. Оценить минимальное значение Ω_0 , при котором появится первое светлое кольцо в угловом распределении излучения за интерферометром. В центре дифракционной картины наблюдается светлое пятно.

3А. Протяжённый круглый монохроматический ($\lambda = 5461 \text{ \AA}$) источник света в интерферометре Майкельсона (рис.) расположен в фокальной плоскости линзы L_1 . Центр источника совпадает с фокусом этой линзы, а его плоскость перпендикулярна главной оптической оси. Определить минимальный диаметр D источника, если в фокальной плоскости линзы L_2 наблюдается интерференционная картина из двух светлых колец, а в центре — максимум интенсивности. Линзы L_1 и L_2 имеют фокусное расстояние $f = 1 \text{ м}$. Разность длин плеч интерферометра $l = 1 \text{ см}$.



4А. В Фурье-плоскости Φ оптической системы, изображённой на рисунке, помещена решётка с периодом $d_0 = 0,05 \text{ см}$ и шириной щелей $b = 0,01 \text{ см}$. Фокусное расстояние линз $f = 50 \text{ см}$. При этом мультиплицированное (размноженное) и сфокусированное изображение объекта, расположенного в передней фокальной плоскости линзы L_1 и освещённого монохроматическим параллельным пучком света (длина волны $\lambda = 5 \cdot 10^{-5} \text{ см}$), наблюдается на экране \mathcal{E} , расположенном в задней фокальной плоскости линзы L_2 .



- 1) Определить период мультипликации d .
- 2) Оценить число элементов размноженного изображения.
- 3) При каких смещениях экрана \mathcal{E} вправо на нём можно вновь наблюдать сфокусированное (и размноженное) изображение?
- 4) Каков допустимый размер объекта?

5А. Полная энергия ионизации атома лития E_{Li}^{3+} (т.е. работа по удалению всех трёх электронов из нормального состояния в бесконечность) составляет $203,4 \text{ эВ}$. Найти энергию E_{Li}^{2+} ионизации атома лития до состояния Li^{2+} , т.е. работу по удалению только двух наружных электронов из нормального состояния в бесконечность, если энергия ионизации атома водорода E_{H} равна $13,6 \text{ эВ}$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

Для студентов 2-го курса МФТИ

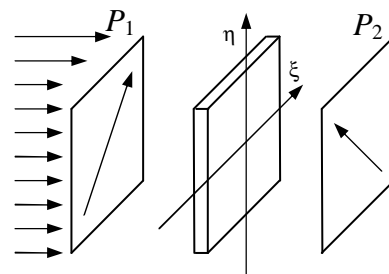
05 июня 2010г.

ФИО	№ группы

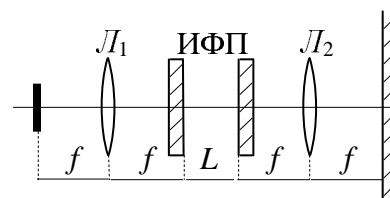
ВАРИАНТ Б

1	2	3	4	5	чисто решено	оценка

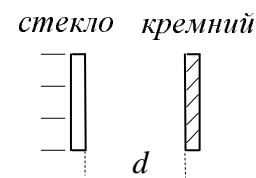
1Б. Кварцевая пластинка, вырезанная параллельно главной оптической оси, помещена между двумя скрещенными поляроидами P_1 и P_2 так, что её оптические оси составляют угол 45° с плоскостями пропускания поляроидов. Через эту систему пропускают излучение, в спектре которого содержится дублет $\lambda_1 = 456,0 \text{ нм}$ и $\lambda_2 = 452,2 \text{ нм}$. Пренебрегая дисперсией показателей преломления $n_o = 1,552$ и $n_e = 1,561$ в этой области спектра, определить, при какой минимальной толщине пластинки свет с длиной волны λ_1 будет проходить через эту систему с максимальной интенсивностью, а свет с λ_2 будет сильно ослаблен.



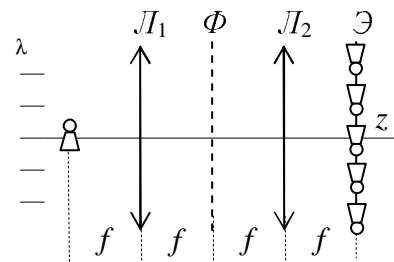
2Б. Протяжённый круглый источник квазимонохроматического света излучает на длине волны $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$. Центр источника совпадает с фокусом линзы L_1 (рис.). Оптическая система включает в себя также высокодобротный интерферометр Фабри-Перо (расстояние между зеркалами $L = 5 \text{ см}$), линзу L_2 , соосную с линзой L_1 , и экран, расположенный в фокальной плоскости линзы L_2 . Оценить, при каком максимальном диаметре d источника на экране не будет наблюдаться ни одного кольца. Фокусное расстояние линз $f = 50 \text{ см}$.



3Б. На параллельно расположенные стеклянную и кремниевую пластинки, образующие низкодобротный интерферометр Фабри-Перо, падает плоская монохроматическая волна. После многократных отражений кремниевая пластинка полностью поглощает проникающий в неё свет. Найти отношение I_{max}/I_{min} — максимальной к минимальной интенсивности света, прошедшего через стеклянную пластинку и поглощённого кремнием, если изменять расстояние d между ними. Коэффициенты преломления стекла и кремния равны соответственно $n_{ст} = 1,5$ и $n_{кр} = 3,5$. Достаточно (но не обязательно) ограничиться двумя интерферирующими волнами, падающими на кремний (двулучевое приближение).



4Б. В оптической схеме, показанной на рисунке, предмет-транспарант расположен в передней фокальной плоскости линзы L_1 и освещён параллельным пучком монохроматического света (длина волны $\lambda = 5 \cdot 10^{-5} \text{ см}$). В Фурье-плоскости Φ помещают решётку с узкими щелями. При этом на экране \mathcal{E} , расположенном в задней фокальной плоскости линзы L_2 , возникает мультиплицированное (размноженное) изображение объекта. При смещении экрана вправо изображение становится размытым (расфокусированным), однако при смещении на $l_1 = 4 \text{ м}$ изображение вновь становится резким (сфокусированным). Фокусное расстояние линз $f = 50 \text{ см}$.



- 1) Определить период решётки d_0 .
- 2) Определить период мультипликации d (т.е. расстояние между элементами наблюдаемой периодической структуры).
- 3) Каков при этом допустимый размер предмета a ?

5Б. В рамках боровской модели атома водорода, в которой электрон вращается вокруг ядра по круговым орбитам, определить величину индукции магнитного поля B в центре второй боровской орбиты, где находится ядро (протон). Как относятся величины поля B , когда электрон находится на первой и третьей орбитах?