

ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

Для студентов 2-го курса МФТИ

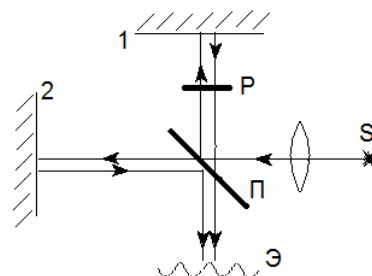
5 июня 2009г.

Ф И О	№ группы

ВАРИАНТ А

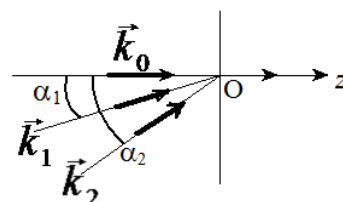
1	2	3	4	5	чисто решено

1А. В интерферометре Майкельсона (см. рисунок) используется монохроматический точечный источник света **S**. В одно из плеч интерферометра вносится поляризатор **P**. При этом видимость интерференционной картины на экране **Э** оказалась равной $0,7 \approx 1/\sqrt{2}$. Найти коэффициент отражения по интенсивности **R** зеркала 2, полагая, что зеркало 1 идеально отражает ($R_1 = 1$). (Делительная пластинка **П** половину света пропускает, а половину отражает).



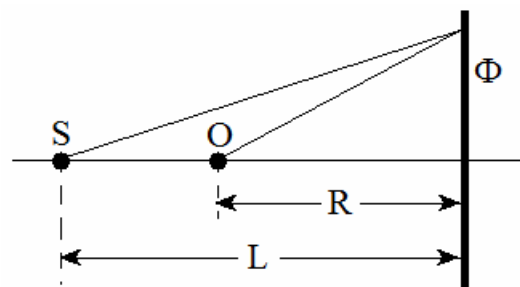
2А. В газоразрядной трубке находится неон ^{20}Ne при низком давлении. Из-за теплового движения молекул неона красная спектральная линия с длиной волны $\lambda = 633 \text{ нм}$ (на этой длине волны работает гелий-неоновый лазер) уширена (эффект Доплера). Принимая температуру газа равной 400 К, оцените, при какой базе интерферометра Фабри-Перо, зеркала которого имеют энергетический коэффициент отражения $r = 0,98$, можно измерить доплеровскую ширину спектральной линии неона. Постоянная Больцмана $k = 1,38 \cdot 10^{-16} \text{ эрг/град}$, число Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$.

3А. Точечный фотоприёмник смещается вдоль оси z и регистрирует результат интерференции трёх плоских монохроматических волн ($\lambda = 500 \text{ нм}$), одна из которых \vec{k}_0 бежит вдоль оси z , и имеет амплитуду a_0 , а две других \vec{k}_1 и \vec{k}_2 составляют с осью z углы соответственно $\alpha_1 = 10^{-3} \text{ рад}$ и $\alpha_2 = \sqrt{2} \cdot 10^{-3} \text{ рад}$ и имеют амплитуду $a_1 = a_2 = a_0/2$. Колебания волн \vec{k}_0 и \vec{k}_2 в точке **O** оказались синфазными, а волна \vec{k}_1 отстаёт по фазе на $\pi/2$.



1. При каком минимальном смещении z интенсивность, регистрируемая фотоприёмником, окажется минимальной и чему она равна?
2. При каком минимальном смещении регистрируемая приёмником интенсивность окажется равной интенсивности волны \vec{k}_0 ?

4А. Голограмма точечного объекта **O** записывается по схеме Габора с той лишь разницей, что опорная волна создаётся точечным монохроматическим источником **S** с длиной волны $\lambda = 633 \text{ нм}$, расположенным на расстоянии $L = 1 \text{ м}$ от фотопластинки **Ф** (см. рис.). Объект расположен на расстоянии $R = 60 \text{ см}$ от фотопластинки. Предметной волной служит свет опорной волны, рассеянный объектом. Полученная таким образом голограмма просвечивается параллельным пучком лучей от удаленного монохроматического источника с той же длиной волны.



1. Определите положение действительного и мнимого изображений объекта.
2. Принимая диаметр фотопластинки равным $D = 10 \text{ см}$, оцените допустимую немонахроматичность света $\Delta\lambda/\lambda$ при записи, при которой достигается максимальное разрешение голограммы.

Указание: используйте параболическое приближение.

5А. При Комpton-эффекте максимальная энергия электронов отдачи оказалась равной $T_{\text{max}} = 0,44 \text{ МэВ}$. Определите длину волны фотона.

ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

Для студентов 2-го курса МФТИ

5 июня 2009г.

ФИО	№ группы

ВАРИАНТ Б

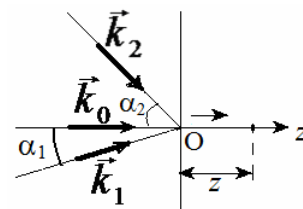
1	2	3	4	5	чисто решено

1Б. В интерференционном опыте Юнга одна из щелей прикрыта поляридом, а вторая — изотропной пластинкой с коэффициентом пропускания по интенсивности, равным 0,5. Какова видимость наблюдаемой интерференционной картины, если используется точечный монохроматический источник неполяризованного света?

2Б. Спектральные волны в спектре далёких галактик смещены в область длинных волн (красное смещение), причём сдвиг спектральных линий пропорционален расстоянию r до галактики. В модели расширяющейся Вселенной это явление объясняется доплеровским сдвигом частоты спектральных линий. Из наблюдений установлено, что скорость удаления v галактики пропорциональна расстоянию до неё: $v = Hr$. Это соотношение называется законом Хаббла; коэффициент пропорциональности H называется постоянной Хаббла. Его численное значение: $H \approx 75 \text{ км}/(\text{с Мпк})$. (В астрономии расстояние принято измерять в парсеках, $1 \text{ пк} = 3086 \cdot 10^{12} \text{ км} = 3,26 \text{ св. года}$.)

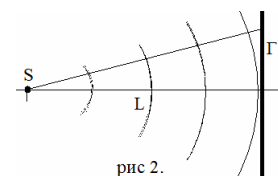
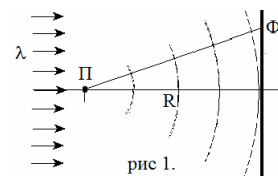
1. Какой должна быть длина b основания призмы, выполненной из стекла с дисперсией показателя преломления $|dn/d\lambda| = 10^3 \text{ см}^{-1}$, чтобы с её помощью можно было обнаружить красное смещение спектральных линий туманности Андромеды, если расстояние до этой галактики равно $0,7 \text{ Мпк}$?
2. Какой бы Вы предложили спектральный прибор для обнаружения красного смещения линий в спектре галактики Большое Магелланово Облако (БМО) ($r = 0,05 \text{ Мпк}$)?

3Б. Точечный фотоприёмник, смещаясь вдоль оси z , регистрирует результат интерференции трёх монохроматических волн ($\lambda = 500 \text{ нм}$), одна из которых \vec{k}_0 , с амплитудой a_0 , бежит вдоль оси z , а волновые векторы \vec{k}_1 и \vec{k}_2 двух других, с амплитудами $a_1 = a_2 = a_0/2$ составляют углы $\alpha_1 = 10^{-3} \text{ рад}$ и $\alpha_2 = \sqrt{3} \cdot \alpha_1$ с осью z . Колебания всех трёх волн в точке O оказались синфазными.



1. Какова интенсивность, регистрируемая приёмником в точке O ?
2. При каком минимальном смещении регистрируемая приёмником интенсивность окажется равной интенсивности волны \vec{k}_0 ?
3. При каком минимальном смещении регистрируемая интенсивность максимальна?

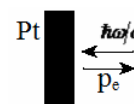
4Б. При записи голограммы небольшого предмета Π использовалась схема Габора. Предмет располагался на расстоянии $R = 100 \text{ см}$ от фотопластинки Φ и освещался параллельным пучком лучей от далёкого монохроматического источника S с длиной волны $\lambda = 633 \text{ нм}$, нормально падающим на фотопластинку (см. рис.1). Предметной волной служил свет, рассеянный предметом. При восстановлении изображения предмета голограмма просвечивалась светом точечного источника с той же длиной волны, расположенного на расстоянии $L = 150 \text{ см}$ от голограммы (рис.2).



1. Определите положение действительного и мнимого изображений предмета.
2. Принимая диаметр фотопластинки равным $D = 19 \text{ см}$, оцените разрешающую способность её фотоэмульсии (в линиях на мм), при которой достигается максимальное разрешение голограммы.

Указание: используйте параболическое приближение.

5Б. Фотон с длиной волны $\lambda = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ см}$ нормально падает на поверхность платиновой (Pt) пластинки и выбивает фотоэлектрон, движущийся в противоположном направлении с максимально возможной кинетической энергией. Работа выхода платины $A_{\text{Pt}} = 5,29 \text{ эВ}$. Определите импульс, переданный пластинке.



Какая из двух частиц — фотон или электрон — передаёт стенке больший импульс и во сколько раз?