

Утверждено  
решением Ученого Совета  
физического факультета МГУ  
от 26.12.2019 г.

Декан физического факультета МГУ  
профессор Н.Н.Сысоев

Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова  
Магистерская программа  
*«Физика фундаментальных взаимодействий»*

## **Билет № 1**

1. Лагранжиан общей теории относительности, уравнения Эйнштейна.
2. Уравнения Максвелла в вакууме. Закон сохранения заряда. Скалярный и векторный потенциалы. Калибровочная инвариантность.
3. Одномерный гармонический осциллятор. Найти поправки к уровням энергии, связанные с возмущением  $H= \epsilon x^2/2$ . Сравнить с точным ответом.

## **Билет № 2**

1. Уравнения теории гравитации с массивным гравитоном. Оценка массы.
2. Тождественные частицы: принцип неразличимости, пространство состояний, наблюдаемые.
3. Найти период малых колебаний тонкого стержня, шарнирно закрепленного за верхний конец, если его плотность зависит от расстояния до шарнира как  $\rho(x)=c_0+c_1 x$ .

## **Билет № 3**

1. Тензор кривизны и его свойства.
2. Общее решение уравнений Максвелла в отсутствие зарядов и токов. Поляризация электромагнитной волны.
3. Система двух спинов помещена в однородное магнитное поле, ориентированное по оси Z, гамильтониан системы равен  $\hat{H}=-2\mu_0 s_1 z Hz + 2\mu_0 s_2 z Hz$ . В начальный момент времени оба спина смотрели по оси x. Найти вероятность того, что полный спин системы равен нулю в момент времени t.

## **Билет № 4**

1. Ковариантное дифференцирование тензоров.
2. Симметрии и интегралы движения в квантовой теории.
3. Решить задачу о колебаниях двумерного несимметричного гармонического осциллятора с помощью уравнений Гамильтона - Якоби.

## **Билет № 5**

1. Движение массивных и безмассовых частиц в пространстве-времени Шварцшильда.
2. Динамика квантовомеханической системы. Представления Гайзенберга и Шредингера. Их связь.
3. Точечный диполь  $d$  находится на расстоянии R от центра изолированного незаряженного металлического шара радиуса r. Найти потенциал поля и распределение поверхностных зарядов.

## **Билет № 6**

1. Символы Кристоффеля, их свойства.
2. Мультипольное разложение в электростатике и магнитостатике. Условия применимости.
3. Магнитный момент помещен в однородное магнитное поле, ориентированное по оси Z. Гамильтониан системы  $\hat{H}=-\mu_0 l z \text{Hz}$ . Решить уравнения Гайзенберга для компонент момента  $\mathbf{l}$ .

## **Билет № 7**

1. Решение Шварцшильда.
2. Энергия системы контуров с токами. Самоиндукция и взаимная индукция.
3. Семь одинаковых бусинок без трения скользят по кольцу и попарно соединены семью одинаковыми пружинами. Найти все нормальные колебания.

## **Билет № 8**

1. Потенциалы Лиенара-Вихерта.
2. Гамильтонов формализм в механике и теории поля. Примеры гамильтонианов физических систем.
3. В борновском приближении найти сечение рассеяния электрона на электроне в триплетном и синглетном состояниях.

## **Билет № 9**

1. Черные дыры в общей теории относительности.
2. Момент в квантовой механике. Матричные элементы компонент момента.
3. Найти кинетическую энергию однородного цилиндра, который катится по плоскости со скоростью V.

## **Билет № 10**

1. Квантование свободного безмассового векторного поля.
2. Стационарная теория возмущений. Невырожденные, вырожденные и близкие уровни. Условия применимости.
3. По тонкому проводу протекает ток  $I=I_0 \cos(\Omega t)$ . На расстоянии R от него расположен идеально проводящий цилиндр радиуса r, ось которого параллельна проводу. Найти поверхностные токи.

**Билет № 11**

1. Квантование свободного скалярного поля.
2. Электромагнитное излучение в электрическом дипольном приближении.
3. Найти метрический тензор во вращающейся вокруг оси Z с угловой скоростью  $\omega$  жёсткой системе отсчета.

**Билет № 12**

1. Теорема Нетер. Канонический тензор энергии-импульса.
2. Квантование свободного массивного векторного поля.
3. Используя преобразования Лоренца, найти скалярный и векторный потенциалы точечного заряда Q, движущегося с постоянной скоростью V вдоль оси X.

