

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ**

## 2 Семестр

### Раздел 1 Первый раздел

#### 1.1 Семестровый контроль (СК) - 8 Неделя

##### КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

##### ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### Фундаментальные взаимодействия

Студентам на семестр выдается большое домашнее задание, выполнение которого затем проверяется и разбирается на семинарах.

#### Примеры задач для первой половины семестра:

1. Вывести уравнения движения для действия в виде  $S = \int L(\phi, \partial_\mu \phi) d^4x$ , где  $\phi = \phi(x)$ .
2. Проверить, что множество  $U(n)$  унитарных матриц размерности  $(n \times n)$  образует группу.
3. Получить сохраняющийся ток для лагранжиана  $L(\phi, \phi^*, A_\mu) = (D_\mu \phi)^* D_\mu \phi - V(|\phi|^2)$ , где  $D_\mu \phi = (\partial_\mu - ieA_\mu)\phi$ .
4. Проверить, что коммутатор элементов алгебры Ли также является элементом алгебры Ли.

#### Методика оценки

23-25 баллов ставится, если решены и сданы более 95 % задач домашнего задания и контрольной работы, оценка 18-22 – если от 80 до 95 %, оценка 15-17 – от 60 до 80 %, оценка 0-14 – менее 60 %.

## Раздел 2 Второй раздел

### 2.1 Контроль по итогам (КИ) - 15 Неделя

#### КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

#### ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### Фундаментальные взаимодействия

Студентам на семестр выдается большое домашнее задание, выполнение которого затем проверяется и разбирается на семинарах.

#### Примеры задач для второй половины семестра:

1. Из условия ковариантности уравнения Дирака относительно поворотов получить закон преобразования для  $\Psi(x)$ . Т.е. получить связь  $\lambda^{ik}$  с матрицами Дирака. ( $\Psi'(x') = \Lambda\Psi(x)$ , где  $\Lambda = 1 + \lambda^{ik}\omega_{ik}$ ).
2. Имеются три поля  $\phi, \chi, \xi$ , преобразующиеся по группам  $U(1)$  и  $SU(2)$  следующим образом:  
 $U(1)$  :  $SU(2)$  :  
 $\phi \rightarrow e^{iq\phi}\phi$        $\phi \rightarrow \omega\phi$   
 $\chi \rightarrow e^{iq\chi}\chi$        $\chi \rightarrow \omega\chi$   
 $\xi \rightarrow e^{iq\xi}\xi$        $\xi \rightarrow \xi$   
Построить лагранжиан (выписать слагаемые), инвариантный относительно  $U(1) \times SU(2)$ .
3. Система из двух разных частиц описывается гамильтонианом ( $\alpha, \beta, \gamma, \delta - const$ ).  
 $H_{int} = [d^3x [\alpha \cdot \phi^2\chi + \beta \cdot \phi\chi^2 + \gamma \cdot \phi^3 + \delta \cdot \chi^3]$ . Построить возможные диаграммы процесса  $\phi + \chi \rightarrow \phi + \phi + \chi$  и записать матричные элементы для каждой из диаграмм.

#### Методика оценки

23-25 баллов ставится, если решены и сданы более 95 % задач домашнего задания и контрольной работы, оценка 18-22 – если от 80 до 95 %, оценка 15-17 – от 60 до 80 %, оценка 0-14 – менее 60 %.

## 2 Семестр

### Экзамен

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
**Фундаментальные взаимодействия**

На экзамене студентам раздаются билеты, содержащие 2 вопроса – по одному из первой и второй половины.

#### Экзаменационные вопросы:

1. Понятие группы. Виды групп. Примеры.
2. Группы Ли. Фундаментальное и присоединённое представление группы Ли.
3. Алгебра Ли, её генераторы. Коммутатор генераторов группы Ли.
4. Восстановление группы Ли по ее генераторам.
5. Группа  $SU(2)$ , генераторы группы, структурные константы.
6. Лагранжиан скалярного поля. Уравнение Клейна-Гордона.
7. Понятие частицы в полевых терминах.
8. Лагранжиан спинорного поля. Уравнение Дирака.
9.  $U(1)$ -симметрия и сохранение заряда на её примере.
10. Калибровочная симметрия. Калибровочные поля.
11. Лагранжиан свободных калибровочных полей. Две формы представления калибровочных полей.
12. Спонтанное нарушение симметрии (на простом примере).
13. Поля Стандартной Модели и их представления.
14. Калибровочно-инвариантный лагранжиан лептонов.
15. Электрослабое смешивание калибровочных бозонов. Определение угла Вайнберга.
16. Заряженные слабые токи, их вершины.
17. Нейтральные слабые токи, их вершины.
18. Калибровочно-инвариантный лагранжиан поля Хиггса.
19. Потенциал поля Хиггса. Нарушение симметрии в Стандартной Модели.
20. Появление масс у фермионов. Константа взаимодействия фермионов с полем Хиггса.
21. Появление масс у  $W$  и  $Z$  бозонов и их связь с вакуумным средним Хиггса.
22. Связь вакуумного среднего Хиггса с константой Ферми.
23. Понятие о интеграле по траекториям. Полевой случай.
24. Понятие о диаграммах Фейнмана и их связь с видом лагранжиана.

#### Методика оценки

Студент получает 2 вопроса из списка. На основании ответа на вопросы и двух дополнительных ставится оценка по шкале 0–50 баллов. Максимальная оценка за ответ на каждый вопрос – до 15 баллов включительно, ответ на каждый из дополнительных вопросов – до 10 баллов включительно.