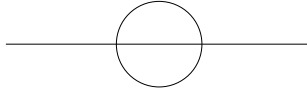


## ЗАДАЧИ-3

### I. Двухпетлевые диаграммы.

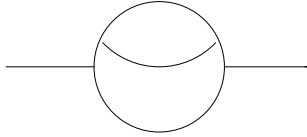
Вычислить бесконечные части диаграмм. Найти перенормировку параметров лагранжиана.

1. Безмассовая теория  $\phi^4$ ,  $D = 4$ .



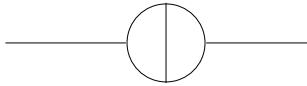
[Правильный ответ см. Пескин, Шредер, задача 10.3.]

2. Безмассовая теория  $\phi^3$  в  $D = 6$ .



[Решение см. Коллинз, параграф 5.2.]

3. Безмассовая теория  $\phi^3$  в  $D = 6$ .



[Ответ см. Коллинз, параграф 5.2.3.]

### II. Оптическая теорема.

1. В низшем порядке по  $e^2$  и во *всех* порядках по сильному взаимодействию найти связь между вкладом адронов в поляризационный оператор фотона и сечением аннигиляции  $e^+e^- \rightarrow$  адроны.
2. Рассматривая четырехточечную функцию Грина в теории  $\lambda\phi^4$  в порядке  $\lambda^2$  и применяя оптическую теорему, найти сечение рассеяния  $2 \rightarrow 2$  в порядке  $\lambda^2$ . Сравнить с вычислением на основе амплитуды в порядке  $\lambda$ .

3. Вычислить мюонный вклад в поляризационный оператор фотона.
4. Рассмотрим скалярную электродинамику (КЭД с добавлением дополнительного комплексного скаляра  $\phi$ ). Используя оптическую теорему, найти связь между полным сечением рассеяния  $\phi\phi^* \rightarrow \phi\phi^*$  и мнимой частью поляризационного оператора фотона. Проверить явным вычислением, что эта связь выполняется.

### III. Тожество Уорда.

1. Пусть фермионы КЭД взаимодействуют с дополнительным скалярным полем  $\phi$ ,

$$\mathcal{L}_{\text{int}} = -\frac{\lambda}{\sqrt{2}}\phi\bar{\psi}\psi.$$

Нарушается ли тождество Уорда  $Z_1 = Z_2$ ? Продемонстрировать явным вычислением однопетлевых диаграмм.

2. Записать полную амплитуду процесса  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$  в КЭД в порядке  $e^4$  в  $\alpha$  – калибровке. Показать, что она не зависит от параметра  $\alpha$ .
3. Получите тождество Уорда, которому удовлетворяет вершинная функция взаимодействия электромагнитного и заряженного скалярного полей. Какова в этом случае связь между перенормировками параметров лагранжиана? Продемонстрировать эту связь явным вычислением однопетлевых диаграмм.