|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)****1.** Какая энергия протонов в эксперименте с неподвижной мишенью требуется для достижения энергии Большого адронного коллайдера в системе центра масс (14 ТэВ)?**2.** $π^{0}$ мезон имеет доминирующий канал распада в два фотона.а) Напишите выражение для энергии каждого фотона в системе покоя $π^{0}$ в терминах массы пиона $m\_{π}$.б) Один из фотонов был рожден под полярным углом *θ* в сферических координатах по отношению к положительному направлению оси *z* в системе покоя $π^{0}$. Под каким полярным углом в сферической системе координат был рожден второй фотон?**3.** Преобразование Лоренца для энергии частицы в системе отсчета, движущейся со скоростью *v* вдоль оси *z*, задается следующим выражением:$E^{'}=γ(E-vp\_{z})$где $γ=(1-v^{2}/c^{2})^{-1/2}$. а) $π^{0}$ движется со скоростью *v* вдоль оси *z* в лабораторной системе отсчета (ЛСО). Определите энергии фотонов, описанных в задаче (1, б) в ЛСО. Вычислите сумму их энергий. Прокомментируйте физический смысл полученного результата. б) Определите максимальное и минимальное возможные значения энергии каждого из фотонов в ЛСО. Каким углам *θ* в системе покоя $π^{0}$ соответствуют данные значения?**4.** Изобразите диаграммы Фейнмана для следующих распадов:* $Δ^{+}\left(uud\right)\rightarrow n\left(udd\right) π^{+}(u\overline{d})$,
* $Σ^{0}\left(uds\right)\rightarrow Λ\left(uds\right) γ$,
* $π^{+}\left(u\overline{d}\right)\rightarrow μ^{+}ν\_{μ}$.

Расположите их в порядке увеличения времени жизни. **5.** Для распада $a\rightarrow 1+2$ покажите, что масса частицы $a$ может быть выражена как$m\_{a}^{2}=m\_{1}^{2}+m\_{2}^{2}+2E\_{1}E\_{2}\left(1-β\_{1}β\_{2}cosθ\right),$где $β\_{1}$ и $β\_{2}$ – скорости дочерних частиц ($β\_{i}=v\_{i}/c$), а $θ$ – угол между ними. **6.** Максимум сечения процесса $π^{-}p\rightarrow X$, который достигается при импульсе пиона $p\_{π}=300$ МэВ, соответствует резонансному рождению $Δ^{0}$-бариона (т. е. $\sqrt{s}=m\_{Δ}$). Определите массу $Δ^{0}$. **7.** Рассчитайте отношение удельных ионизационных потерь для протонов с энергией 10 МэВ в углероде и свинце. **8.** Определите зарядовую *C* и пространственную *P* четности $J/Ψ\left(1S\right)$ и $η\_{c}(1S)$ мезонов. **9.** Какие из перечисленных ниже четырех способов распада $K^{+}$-мезона возможны, а какие запрещены? Для разрешенных изобразите диаграммы, для запрещенных – укажите причину запрета.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) $K^{+}\rightarrow π^{0}+e^{+}+e^{-}$ | 3) $K^{+}\rightarrow π^{0}+e^{+}+\overline{υ}\_{e}$ |
| 2) $K^{+}\rightarrow e^{+}+υ\_{e}$ | 4) $K^{+}\rightarrow π^{0}+π^{+}$ |

**10.** Наилучшие экспериментальные значения пределов периода полураспада протона составляют $τ\_{p}>10^{31}-10^{33}$ лет в зависимости от модели. Для оценки периода полураспада протона можно также использовать требование, что полная радиационная доза, полученная человеком за год, не превышает ежегодную дозу от мюонов космического излучения, 30 мрад ($1 рад=6.2∙10^{10}$ МэВ/кг). Определите средний период полураспада протона, который привел бы к получению такой дозы, предполагая, что при распаде полная масса протона (0.94 ГэВ) преобразовалась в энергию ионизирующего излучения. Для оценки используйте предположение, что число протонов и нейтронов в человеческом теле одинаково и $m\_{p}=m\_{n}=1.7∙10^{-27}$ кг. |