

2019年度 物理学のフロンティア 第9回 レポート課題

担当教員：陣内修

A4のレポート用紙にまとめよ（問題を写す必要はない、答えのみでよい）。

**提出締め切り：7/23(火) 13:20**

**提出先：教養科目物理学演習事務室（西3号館3階312号室）前のレポートボックス 23番。**

（注意）レポートには「第9回、陣内先生レポート」と明記する。学籍番号、氏名を必ず記入する。複数枚になる場合は各枚に記入し、ホチキスでとめること。

以下の問に答えよ。

問1 素粒子A,Bが衝突し、素粒子C,Dが生成されたとする。それぞれの粒子の4元運動量を $p_A, p_B, p_C, p_D$ 、質量を $m_A, m_B, m_C, m_D$ とする。ローレンツ不変な変数であるMandelstam変数を $s = (p_A + p_B)^2$ ,  $t = (p_A - p_C)^2$ ,  $u = (p_A - p_D)^2$ と定義する。 $s + t + u = m_A^2 + m_B^2 + m_C^2 + m_D^2$ であることを示せ。（ヒント：運動量保存則 $p_A + p_B = p_C + p_D$ を利用してよい）

問2 真空中では光子（質量0）が電子・陽電子の対に変換しないことを示したい。ある光子( $p_\gamma$ )が電子( $p_1$ )と陽電子( $p_2$ )（括弧内は4元運動量）に変換したとして矛盾があることを示せ。ただし、 $p_i = (E_i, \vec{p}_i)$ ,  $|\vec{p}_i| = \beta_i \cdot E_i$  ( $i = 1, 2$ )であり $0 \leq \beta_i < 1$ とする。また $\vec{p}_1$ と $\vec{p}_2$ のなす角を $\theta$ とする。（この証明の結果、 $\gamma \rightarrow e^+e^-$ 変換は原子核近傍など運動量の保存を補ってくれる第3者が存在する場所では起こらないことが分かる。）

問3 (自由記述) 自分がこれまでに実際に体験・目撃したことがある素粒子現象を簡単に説明せよ。（身近なものでもよいし、実験装置を用いたものでもよい）。定量的な記述があることが望ましい。説明に関して、web等を参考にした場合は出典を明記すること。