

ON ELECTRON–POSITRON PAIR PRODUCTION BY A SPATIALLY INHOMOGENEOUS ELECTRIC FIELD

A. Chervyakov^{1, *}, *H. Kleinert*^{2, **}

¹ Joint Institute for Nuclear Research, Dubna

² Institut für Theoretische Physik, Freie Universität Berlin, Berlin

A detailed analysis of electron–positron pair creation induced by a spatially nonuniform and static electric field from vacuum is presented. A typical example is provided by the Sauter potential. For this potential, we derive the analytic expressions for vacuum decay and pair production rate accounted for the entire range of spatial variations. In the limit of a sharp step, we recover the divergent result due to the singular electric field at the origin. The limit of a constant field reproduces the classical result of Euler, Heisenberg and Schwinger, if the latter is properly averaged over the width of a spatial variation. The pair production by the Sauter potential is described for different regimes from weak to strong fields. For all these regimes, the locally constant-field rate is shown to be the upper limit.

Представлены результаты детального анализа рождения электрон-позитронных пар из вакуума, индуцированных пространственно-неоднородным и статическим электрическим полем. В качестве типичного примера рассматривается потенциал Саутера. Для этого потенциала получены аналитические выражения вероятностей распада вакуума и рождения электрон-позитронных пар во всей области пространственных вариаций. В пределе потенциальной ступеньки они становятся бесконечно большими вследствие сингулярного поведения электрического поля в этом случае. Противоположный предел постоянного электрического поля воспроизводит классические выражения Эйлера, Гейзенберга и Швингера для вероятностей рождения пар после соответствующего усреднения по ширине пространственных модуляций. Рождение пар потенциалом Саутера описывается для всех физических режимов — от слабой до сильной напряженности электрического поля. Получены предельно допустимые значения для вероятностей распада вакуума и рождения электрон-позитронных пар, индуцированных пространственно-неоднородным электрическим полем.

PACS: 12.20.Ds; 11.15.Tk

*Corresponding author, e-mail: acher@jinr.ru

**E-mail: kleinert@physik.fu-berlin.de, <http://www.physik.fu-berlin.de/~kleinert>