Zad 4a.
Znaleźć unitarne przekształcenie, które sprowadza Hamiltonian Diraca dla swobodnej cząstki w przedstawieniu pędowym do postaci diagonalnej.

$$U(c\vec{\alpha}\cdot\vec{p}+\beta mc^2)U^{-1}=H_{DIAG}$$

Zad 4b.
Znaleźć analityczną postać rozwiązania równania Diraca w polu elektromagnetycznym fali płaskiej, to znaczy dla

$$A_\mu(x,y,z,t)=\varepsilon_\mu f(z-ct),$$

gdzie ε_μ jest stałym wektorem polaryzacji.
Wsk. Zauważyć, że cała istotna zależność od współrzędnych sprowadza się do jednej funkcji skalarnej. Zadanie to jest dość złożone rachunkowo.

Zad 4c.
Posługując się algebraicznym sformułowaniem rachunku zaburzeń znaleźć pierwszą poprawkę do Hamiltonianu Diraca dla cząstki swobodnej wywołaną stałym i jednorodnym polem magnetycznym.
Wsk. Obliczenia przeprowadzić w przedstawieniu pędowym.

Zad 4d.
Korzystając z podstawowych związków algebraicznych dla macierzy γ^μ a także z macierzy γ_5, uprościć następujące wyrażenia:

$$\gamma_\nu\gamma^\mu\gamma^\nu,\ \gamma_\nu\gamma^\mu\gamma^\lambda\gamma^\nu,\ \epsilon_{\mu\nu\lambda\rho}\gamma^\mu\gamma^\nu,\ \epsilon_{\mu\nu\lambda\rho}\gamma^\mu\gamma^\nu\gamma^\lambda,$$

Zad 4e.
Znaleźć trzy macierze Σ_i takie, by operator całkowitego momentu pędu $\vec{M}=\vec{r}\times\vec{p}+\vec{\Sigma}$ był stałą ruchu dla elektronu opisywanego równaniem Diraca poruszającego się w kulistosymetrycznym potencjale $V(r)$.