

Klein-Gordon, a eq. de Dirac e antipartículas

- Buscando resolver esses problemas, [Dirac desenvolveu nova equação relativística](#). Contudo, a forma dela é um tanto mais complicada que a de Klein-Gordon ou Schroedinger.

$$(i\hbar\gamma^\mu\partial_\mu - mc)\psi = 0,$$

Acima, cada γ^μ é uma matriz 4x4, logo há uma identidade 4x4 implícita junto de mc e ψ é um vetor complexo de 4 componentes. É eq. diferencial de *primeira ordem no tempo e no espaço*.

- Lidar em detalhes com esta equação está longe de nossos objetivos, só escrevo ela acima para terem ciência da forma e do que ela depende.
- Essa abordagem com matrizes possibilitou a inclusão de spin, mas ainda não resolveu de imediato o problema da conservação de probabilidade.
- Paralelamente, um outro problema notado por Dirac foi a possibilidade de estados de energia negativa. Isto está associado à equação relativística de energia ser quadrática, admitindo ambos os sinais.
- Dirac desenvolveu uma interpretação que hoje é chamada de “mar de Dirac”. Comentar.

Klein-Gordon, a eq. de Dirac e antipartículas

- Dirac ganhou o prêmio Nobel em 1933 (<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1933/summary/>). Curiosamente, ganhou esse prêmio junto de Schroedinger.
- A eq. de Dirac é fundamental para a física de partículas, descreve corretamente partículas de spin $1/2$ relativísticas.
- A interpretação do “mar de Dirac” (por sinal, desde o início criticada por Pauli) não faz sentido como teoria fundamental. Curiosamente, de forma efetiva, há sistemas de matéria condensada que funcionam como mar de Dirac. — Há vários outros exemplos de teorias que surgiram no contexto de física fundamental, mas encontram aplicação em matéria condensada.
- Embora não correta de forma geral, ela indicou um caminho essencial para o progresso da TQC: antipartículas precisam ser consideradas para a teoria fazer sentido. Equivalentemente, TQC exige que partículas possam ser criadas e destruídas.
- E foi a partir do mar de Dirac que veio a previsão da existência do pósitron, que levou ao prêmio Nobel de Anderson, em 1936. <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1936/anderson/facts/>