



ذرات بنیادی مقدماتی

نیم سال دوم ۱۴۰۱-۱۴۰۰

مدت امتحان: ۳ ساعت

امتحان میان ترم

خواهش می‌کنم فقط با تکیه بر دانش و تلاش شخص خود به سوالات پاسخ دهید. ممنون

(۱) سوالات کوتاه پاسخ:

- (الف) چه لزومی دارد در فیزیک ذرات مفهوم میدان کوانتومی را وارد کنیم؟
 (ب) چگونه انرژی بی نهایت دریای الکترونی که در تئوری دیراک با آن مواجه می‌شویم را توجیه می‌کنیم؟ آیا می‌توان آن را در جهت توضیح مشاهدات خود در طبیعت به کار گرفت؟
 (ج) چرا هیچ مزونی با بار $\pm 2e$ وجود ندارد؟
 (د) رزونانس گلاشو، برهم‌کنشی به شکل زیر است:

$$e^- + \bar{\nu}_e \rightarrow x \rightarrow \mu^- + \gamma$$

- x : یک بوزون پیمانه‌ای واسطه نیرو و γ یک لپتون است x و γ کدام ذرات هستند؟
 (ه) چرا وقتی یک واپاشی در طبیعت مشاهده نمی‌شود به دنبال یک کمیت بقا دار می‌گردیم؟

(۲) یک پایون باردار ساکن به یک میون و پادنوترینوی میون واپاشی می‌کند: $\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$

- (الف) استدلال کنید این واپاشی از چه کانالی (الکترومغناطیسی، ضعیف، قوی یا ترکیبی از آن‌ها) رخ می‌دهد؟ نمودار فاینمن این واپاشی را بکشید. طول عمر پایون در این واپاشی از چه مرتبه‌ی بزرگی است؟
 (ب) انرژی و اندازه حرکت میون چقدر است؟
 (ج) میون پیش از واپاشی چه مسافتی را در خلأ طی می‌کند؟ (همانطور که می‌دانید میون به یک الکترون و پادنوترینوی الکترون وا می‌باشد که طول عمر آن در دستگاه سکونش حدود $2/2$ میکروثانیه است.)

- (۳) ما در درس برای راحتی کار، معادله دیراک را در دستگاه سکون الکترون حل کردیم، یعنی \vec{p} را صفر گذاشتیم و معادله را حل کردیم. به همین دلیل جواب فقط یک قسمت ماتریسی داشت و از بخش فضایی خبری نبود. حال که به درستی با تجربه شده‌اید به معادله دیراک بازگردید و سعی کنید این معادله را با \vec{p} غیر صفر حل کرده و جواب کامل را به دست آورید.
 با توجه به جواب قسمت قبل نشان دهید $\bar{\psi}\psi$ اسکالر لورنتسی است.

۴) نشان دهید که در نابودی زوج امکان تولید فقط یک فوتون وجود ندارد اما امکان دارد دو فوتون تولید شود. نمودار فاینمن درختی نابودی زوج به دو فوتون و نمودار تک حلقه‌ای با فوتون مجازی و نیز نمودار تک حلقه‌ای با الکترون مجازی را رسم کنید.

بارم: سوال ۱: ۱ نمره

سوال ۲: ۱/۵ نمره

سوال ۳: ۱ نمره

سوال ۴: ۱/۵ نمره

با آرزوی موفقیت