
دانشکده فیزیک - دانشگاه صنعتی شریف

مکانیک کوانتومی ۲ - نیمسال اول ۱۴۰۰-۰۱

آزمون میان ترم - ۱ آذر ماه ۱۴۰۰ - وقت: ۲ ساعت + ۲۵ دقیقه برای آپلود

لطفاً به نحوه تهیه و ارسال فایل pdf توجه نمایید

برای تهیه و تحویل برگه های آزمون لطفاً به نکات زیر توجه کنید:

۱. آزمون رأس ساعت ۱۴:۳۵ روز دوشنبه ۱ آذر ماه ۱۴۰۰ برگزار می شود.
۲. همه دانشجویانی که مایل به شرکت در آزمون میان ترم هستند موظفند در کلاس مجازی درس در همین ساعت حضور داشته باشند و در حضور و غیاب مجازی شرکت نمایند.
۳. لطفاً به محض باز نمودن فایل سؤالات، حضور خود را در کلاس اعلام نمایید. از زمان اعلام حضور در کلاس ۲ ساعت وقت برای پاسخ به سؤالات خواهید داشت.
۴. پس از اتمام زمان آزمون، لطفاً برگه های آزمون را به همان شیوه ای که سؤالات تمرین را آماده می کنید، آماده نمایید. برای یادآوری به نکات زیر توجه کنید:
 - پاسخهای خود را در صفحات A۴ بنویسید. لطفاً فرمت داده شده در سایت درس را رعایت نمایید.
 - لطفاً جوابهای خود را به ترتیب سؤالات مرتب نمایید.
 - حتماً نام و نام خانوادگی و شماره دانشجویی خود را در ابتدای برگه پاسخ خود بنویسید.
 - صفحات را شماره گذاری کنید.
 - در انتهای آزمون فایل پاسخنامه را در قالب فقط یک فایل pdf آماده کنید. برای کاهش حجم فایل های پی دی اف خود می توانید به آدرس <https://smallpdf.com/compress-pdf> یا وبسایت های مشابه مراجعه نمایید.
 - نام فایلی که می فرستید شامل اسم و عنوان Midterm باشد. به عنوان نمونه `Sohrab_Ahmadi-Midterm.pdf`
 - برای آماده سازی و آپلود فایلها ۲۵ دقیقه وقت دارید.
۵. پیش از ارسال پاسخ ها از خوانا بودن فایل pdf خود اطمینان حاصل نمایید.
۶. پس از تهیه فایل pdf لطفاً آن را به یکی از دو آدرس زیر ارسال نمایید:
 - دانشجویانی که در گروه ۱ تمرین شرکت می کنند به آدرس `qm1.9900.g1@gmail.com`
 - دانشجویانی که در گروه ۲ تمرین شرکت می کنند به آدرس `qm1.9900.g2@gmail.com`
۷. از ارسال هر گونه پاسخنامه به آدرس شخصی اینجانب یا صفحه CW جداً بپرهیزید.
۸. بدیهی است که فقط برگه های دانشجویانی که در ابتدای ساعت در کلاس حضور داشته اند، تصحیح خواهند شد.
۹. برگه هایی که پس از ساعت ۱۷:۰۰ به یکی از دو آدرس فوق ارسال شده اند، تصحیح نخواهند شد.

دانشکده فیزیک - دانشگاه صنعتی شریف

مکانیک کوانتومی ۲ - نیمسال اول ۱۴۰۰-۰۱

آزمون میان ترم - ۱ آذر ماه ۱۴۰۰ - سه سؤال - وقت: ۲ ساعت + ۲۵ دقیقه برای آپلود

موعد تحویل: دوشنبه ۱ آذر ماه ۱۴۰۰ قبل از ساعت ۱۷:۰۰

ماکزیمم ۲۴ نمره این آزمون معادل ۶ نمره نهایی این درس است.

لطفاً به نحوه تهیه و ارسال فایل pdf توجه نمایید

مسئله اول: (۸ نمره)

الکترونی را در حضور میدان مغناطیسی ثابت $B = Be_z$ در نظر بگیرید.

(الف) با استفاده از $A = -Bye_x$ همیلتونی این ذره را بنویسید. (۱ نمره)

(ب) چرا انتخاب پیشنهاد جواب

$$\psi(x) = e^{ik_x x + ik_z z} f(y), \quad (1)$$

که در آن z, x, y $k_i \equiv \frac{p_i}{\hbar}, i = x, z$ انتخاب مناسبی برای حل معادله ویژه مقادیر انرژی است؟ استدلال خود را اثبات کنید. (۲ نمره)

(ج) با استفاده از پیشنهاد جواب (۱)، معادله دیفرانسیل $f(y)$ را بدست آورید و از روی آن ویژه مقادیر انرژی این الکترون را تعیین کنید. (۴ نمره)

(د) حرکت الکترون را در جهات x, y, z در حضور این میدان ثابت توصیف کنید. (۱ نمره)

مسئله دوم: (۸ نمره)

(الف) با استفاده از روش جمع اسپینها، نشان دهید که ویژه حالت $|j, m_j\rangle$ مربوطه به عملگر $J = L + S$ به صورت زیر داده می شود:

$$|j, m_j\rangle = |j = \ell \pm \frac{1}{2}, m_j = m_\ell \pm \frac{1}{2}\rangle = \alpha_\pm |\ell, m_\ell = m_j - \frac{1}{2}\rangle |\uparrow\rangle + \beta_\pm |\ell, m_\ell = m_j + \frac{1}{2}\rangle |\downarrow\rangle, \quad (2)$$

نیازی به تعیین مقادیر α_\pm و β_\pm نیست. (۳ نمره)

(ب) همیلتونی

$$H = -\frac{eB_0}{2m_e c} (J_z + S_z),$$

را در نظر بگیرید. نشان دهید که H در پایه $|j, m_j\rangle$ از (۲) قطری است. برای تعیین اعضای روی قطر می توانید از

$$\alpha_\pm = \pm \beta_\mp = \pm \sqrt{\frac{\ell \pm m_j + \frac{1}{2}}{2\ell + 1}}.$$

استفاده کنید. (۵ نمره)

مسئله سوم (۸ نمره)

دو ذره اسپین 1/2 توسط همیلتونی مختل نشده

$$H_0 = -A(S_{1,z} + S_{2,z}), \quad (3)$$

توصیف می شوند. در اینجا $S = \frac{\hbar}{2}\sigma$ و $\sigma = (\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z)$ ماتریسهای Pauli هستند. پتانسیل اختلالی

$$H_1 = -\varepsilon(S_{1,x}S_{2,x} + S_{1,y}S_{2,y}), \quad (4)$$

را در نظر بگیرید،

(الف) ویژه مقادیر و ویژه حالتها H_0 را پیدا کنید. (۳ نمره)

(ب) با استفاده از نظریه اختلال اولین تصحیح انرژی به ویژه حالتها H_0 را پیدا کنید. (۵ نمره)