

تعداد سوالات: تستی: ۳۰ تشریحی: ۰

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۱۲۰ تشریحی: ۰

سری سوال: یک ۱

درس: مکانیک کوانتومی ۱

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (هسته ای)، فیزیک (زمینه حالت جامد)، فیزیک (زمینه ذرات بنیادی)، فیزیک (زمینه گرانش و فیزیک نجومی)، فیزیک (زمینه هسته ای)، فیزیک (زمینه اتمی و مولکولی)، فیزیک (اتم و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد)، فیزیک (زمینه فیزیک بنیادی) ۱۱۱۳۰۴۱

استفاده از ماشین حساب ساده مجاز است

۱- در مورد توان تابشی کل به ازای (همه ی بسامدها) جسم سیاه کدام یک از گزینه های زیر درست است؟

۱. توان تابشی کل به بسامد ( $\nu$ ) و دما ( $T$ ) بستگی دارد.
۲. توان تابشی کل فقط تابع دما است.
۳. توان تابشی کل به شکل جسم سیاه بستگی دارد.
۴. توان تابشی کل به ترکیب شیمیایی آن بستگی دارد.

۲- اگر  $u(\nu, T)$  توان تابشی و  $u(\nu, T)$  چگالی انرژی کاواک باشد، کدام یک از عبارت های زیر درست است؟

۱.  $u(\nu, T) = \frac{4c}{\varepsilon(\nu, T)}$
۲.  $u(\nu, T) = \frac{c}{\nu^2} \varepsilon(\nu, T)$
۳.  $u(\nu, T) = \varepsilon(\nu, T)$
۴.  $u(\nu, T) = \frac{4\varepsilon(\nu, T)}{c}$

۳- وین چگونه قانون جابه جایی را ثابت کرد؟

۱. با مساوی صفر قرار دادن مشتق چگالی انرژی درون جعبه نسبت به بسامد.
۲. با مساوی صفر قرار دادن مشتق توان گسیلی کل درون جعبه نسبت به دما.
۳. با مساوی صفر قرار دادن مشتق چگالی انرژی درون جعبه نسبت به دما.
۴. با مساوی صفر قرار دادن مشتق توان گسیلی کل درون جعبه نسبت به بسامد.

۴- نوری با بسامد  $11 \times 10^{14} \text{ Hz}$  بر سطح سه فلز متفاوت آلومینیوم، کبالت و پلاتین می تابد که تابع کار آن ها به ترتیب برابر

$4.08 \text{ eV}$ ،  $3.9 \text{ eV}$  و  $6.35 \text{ eV}$  می باشند. کدام یک از این فلزات اثر فوتو الکتریک را نشان می دهد؟ (فرض

کنید:  $h = 4.135 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$ )

۱. فقط کبالت
۲. فقط آلومینیوم
۳. آلومینیوم و کبالت
۴. کبالت و پلاتین

۵- تابع موج گوسی در فضای اندازه حرکت با رابطه ی  $\phi(k) = A \exp[-a^2(k-k_0)^2/4]$  داده می شود. ضریب پهنجاریش  $A$

کدام است؟  $\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\alpha x^2} dx = \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}$

۱.  $[a/2\pi]^{1/2}$
۲.  $[a^2/2\pi]^{1/4}$
۳.  $[a/2\pi]^{1/4}$
۴.  $[a^2/2\pi]^{1/2}$

تعداد سوالات: تستی: ۳۰ تشریحی: ۰

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۱۲۰ تشریحی: ۰

سری سوال: ۱ یک

درس: مکانیک کوانتومی ۱

رشته تحصیلی/گد درس: فیزیک (هسته ای)، فیزیک (زمینه حالت جامد)، فیزیک (زمینه ذرات بنیادی)، فیزیک (زمینه گرانش و فیزیک نجومی)، فیزیک (زمینه هسته ای)، فیزیک (زمینه اتمی و مولکولی)، فیزیک (اتم و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد)، فیزیک (زمینه فیزیک

بنیادی) (۱۱۳۰۴۱)

۶- کدام گزینه در مورد سرعت های فاز و گروه درست است؟

۱. در محیط های غیر پاشنده سرعت های فاز و گروه با هم مساوی هستند.

۲. سرعت گروه نشان دهنده ی سرعت حرکت گروه امواجی است که یک بسته ی موج را می سازند و از رابطه ی  $V_g = \frac{\omega}{k}$  به دست می

۳. سرعت فاز همان سرعت انتشار فاز یک مولفه از موج نوسانگر هماهنگ است و از رابطه ی  $V_{ph} = \frac{d\omega}{dk}$  به دست می آید.

۴. در محیط پاشنده سرعت فاز با سرعت گروه مساوی است.

۷- رابطه ی سرعت گروه و سرعت فاز برای یک موج به صورت  $V_g = 3V_{ph}$  است. رابطه ی  $\omega$  و عدد موج  $k$  کدام است؟  
(ضریب  $C$  مقدار ثابتی است)

۴.  $\omega = Ck^3$

۳.  $\omega = Ck^{1/2}$

۲.  $\omega = Ck^{1/3}$

۱.  $\omega = Ck^2$

۸- تابع چگالی گوسی  $\rho(x) = \sqrt{\frac{k}{\pi}} e^{-k(x-a)^2}$  که در آن کمیت های  $k$  و  $a$  ثابت هستند را در نظر بگیرید.  $\langle x \rangle$  کدام یک از گزینه های زیر است؟

۱. صفر

۲.  $\frac{1}{\sqrt{2k}}$

۳.  $a$

۴.  $a^2$

۹- ذره ی آزادی که جرم آن  $m$  است با تابع موج یک بعدی  $\psi(x) = \sqrt{c} e^{ipx}$  توصیف می شود. اندازه ی جریان احتمال این ذره کدام است؟

۴.  $\sqrt{cp}/m$

۳.  $2\sqrt{cp}.m$

۲.  $\frac{p}{m}$

۱.  $c \frac{p}{m}$

۱۰- کدام گزینه در مورد خواص تابع دلتای دیراک صحیح است؟

۲.  $\sum_m u_m(x) u_m^*(y) = \delta(x-y)$

۱.  $\frac{1}{a} \int_{-\infty}^{+\infty} \delta(x-a) dx = 1$

۴.  $\int_{-\infty}^{+\infty} f(a) \delta(x-a) dx = f(x)$

۳.  $\int u_m(y) u_m^*(x) dx = \delta(x-y)$

۱۱- کدام یک از عملگرهای زیر هرمیتی است؟

۴.  $yp_y$

۳.  $A + A^+$

۲.  $xp_x$

۱.  $i(\hat{A} + \hat{A}^+)$

تعداد سوالات: تستی: ۳۰ تشریحی: ۰

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۱۲۰ تشریحی: ۰

سری سوال: ۱ یک

درس: مکانیک کوانتومی ۱

رشته تحصیلی/گد درس: فیزیک (هسته ای)، فیزیک (زمینه حالت جامد)، فیزیک (زمینه ذرات بنیادی)، فیزیک (زمینه گرانش و فیزیک نجومی)، فیزیک (زمینه هسته ای)، فیزیک (زمینه اتمی و مولکولی)، فیزیک (اتم و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد)، فیزیک (زمینه فیزیک بنیادی) (۱۱۳۰۴۱)

۱۲- ذره ای به جرم  $m$  در حالت  $\psi(x, t) = \left(\frac{ram}{\pi}\right)^{1/4} e^{-a[(mx^2/2) + it]}$  که در آن  $a$  ثابت مثبت و حقیقی است.

اگر قرار شود که این تابع موج در معادله ی شرودینگر صدق کند، انرژی پتانسیل  $V(x)$  کدام یک از گزینه های زیر است؟

۲.  $V(x) = \max$

۱.  $V(x) = \frac{1}{2}ma^2x^2$

۴.  $V(x) = \max^{1/2}$

۳. صفر

۱۳- ویژه تابع عملگر  $\hat{p}_y = -\frac{d}{i dy}$  کدام است؟ (ویژه مقدار این عملگر  $\lambda$  است)

۴.  $\psi(y) = Ae^{i\lambda y}$

۳.  $\psi(y) = Ae^{i\lambda y}$

۲.  $\psi(y) = Ae^{-\lambda y}$

۱.  $\psi(y) = Ae^{\lambda y}$

۱۴- تابع موج یک سیستم کوانتومی با رابطه ی  $\psi(x) = \frac{1}{5}(2u_1(x) + \sqrt{5}u_2(x) + 4u_3(x))$  داده می شود. احتمال این که

اندازه گیری انرژی منجر به مقدار  $E_2$  شود چقدر است؟

۴.  $\frac{8}{25}$

۳.  $\frac{1}{5}$

۲.  $\frac{16}{25}$

۱.  $\frac{4}{25}$

۱۵- ذره ای در چاه پتانسیل بی پایان با پتانسیل  $V(x) = \begin{cases} +\infty & x < 0 \\ 0 & 0 < x < a \\ +\infty & x > 0 \end{cases}$  قرار دارد و تابع موج آن به صورت

است.  $\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{10a}} \left[ \sin \frac{\pi x}{a} - 3 \sin \frac{2\pi x}{a} \right]$  کدام است؟

۴.  $\frac{27\pi^2}{20ma^2}$

۳.  $\frac{36\pi^2}{20ma^2}$

۲.  $\frac{\pi^2}{20ma^2}$

۱.  $\frac{37\pi^2}{20ma^2}$

۱۶- نوع پارینه ی جواب های معادله ی شرودینگر  $\left(-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + kx\right)u = Eu$  کدام است؟

۲. پارینه ی فرد دارند.

۱. پارینه ی زوج دارند.

۴. پارینه های زوج و فرد را به طور مجزا دارند.

۳. پارینه ی مشخصی ندارند.

تعداد سوالات: تستی: ۳۰ تشریحی: ۰

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۱۲۰ تشریحی: ۰

سری سوال: ۱ یک

درس: مکانیک کوانتومی ۱

رشته تحصیلی/گد درس: فیزیک (هسته ای)، فیزیک (زمینه حالت جامد)، فیزیک (زمینه ذرات بنیادی)، فیزیک (زمینه گرانش و فیزیک نجومی)، فیزیک (زمینه هسته ای)، فیزیک (زمینه اتمی و مولکولی)، فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد)، فیزیک (زمینه فیزیک

بنیادی(۱۱۳۰۴۱)

۱۷- تابع موج ذره ای در جعبه ی یک بعدی به طول  $2a$  به شکل  $\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{2a}} \left[ \sin \frac{\pi}{a} x + \sin \frac{2\pi}{a} x \right]$  است. مقدار

چشمداشتی عملگر پارایته در این حالت کدام است؟ ( $a$  مقدار ثابت حقیقی است.)

۱. ۰۱ - ۲. صفر ۳. ۰۳ + ۴.  $\frac{1}{a}$

۱۸- در مکانیک کوانتومی تابع موج و مشتق اول مکانی آن در مرزها باید کدام یک از خصوصیات زیر را داشته باشد؟

۱. مساوی باشند ۲. متناهی، تک مقدار و پیوسته باشند. ۳. متناهی، چند مقدار و نابسته باشند. ۴. تک مقدار و پیوسته باشند.

۱۹- پله ی پتانسیلی به ارتفاع  $V_0$  را در نظر بگیرید. ذره ای با انرژی  $E < V_0$  با این پله برخورد می کند، کدام یک از گزینه های زیر درست است؟

۱. با وجود اینکه ضریب انعکاس  $|R|=1$  است ولی به دلیل پدیده ی تونل زنی چگالی جریان ذرات درون پله صفر نیست. ۲. ضریب انعکاس  $|R|=1$  بوده و تابع موج به درون پله نفوذ نمی کند. ۳. ضریب انعکاس  $|R|=1$  بوده و هیچ ذره ای به درون پله نفوذ نمی کند ولی تابع موج به درون پله نفوذ می کند. ۴. ضریب انعکاس  $|R|=1$  بوده و ضریب عبور  $T$  مساوی صفر است.

۲۰- جواب معادله ی شرودینگر چاه متناهی در ناحیه ی  $-a < x < a$  کدام یک از گزینه های زیر است؟

۱. فقط فرد است. ۲. یا فرد است یا زوج. ۳. فقط زوج است. ۴. نه فرد است نه زوج.

۲۱- پرتوی از ذرات با تابع موج  $\psi = Ae^{ikx}$  با مانع پتانسیل یک بعدی  $V(x) = V_0 \delta(x)$  برخورد می کند. احتمال انعکاس این پرتو برابر کدام است؟

۱.  $\frac{m^2 V_0^2}{(m^2 V_0^2 + 4k^2)}$  ۲. ۰۲ ۳.  $\frac{m V_0}{(m V_0 + 2k)}$  ۴.  $\frac{2k^2}{m^2 V_0^2}$

سری سوال: ۱ یک

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۱۲۰ تشریحی: ۰

تعداد سوالات: تستی: ۳۰ تشریحی: ۰

درس: مکانیک کوانتومی ۱

رشته تحصیلی/گد درس: فیزیک (هسته ای)، فیزیک (زمینه حالت جامد)، فیزیک (زمینه ذرات بنیادی)، فیزیک (زمینه گرانوش و فیزیک نجومی)، فیزیک (زمینه هسته ای)، فیزیک (زمینه اتمی و مولکولی)، فیزیک (اتم و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد)، فیزیک (زمینه فیزیک

بنیادی(۱۱۳۰۴۱)

۲۲- اگر  $|n\rangle$ ،  $n$  امین ویژه حالت انرژی نوسانگر هماهنگ یک بعدی باشد، مقدار عنصر ماتریسی  $\langle n|x|n+1\rangle$  کدام است؟

(راهنمایی:  $a = \sqrt{\frac{m\omega}{2}}x + \frac{ip}{\sqrt{2m\omega}}$ )

۱. صفر  
۲.  $\sqrt{\frac{(n-1)}{2m\omega}}$

۳.  $\sqrt{\frac{(n+1)}{2m\omega}}$   
۴.  $\sqrt{\frac{(n+1+\sqrt{n+1}+\sqrt{n+2})}{2m\omega}}$

۲۳- برای عدد کوانتومی  $n = 5$  در یک نوسانگر هارمونیک حاصل  $\Delta x \Delta p$  برابر است با:

۱.  $\frac{3}{2}$   
۲.  $\frac{11}{2}$   
۳.  $\frac{9}{2}$   
۴.  $\frac{3}{2}$

۲۴- تابع موج دستگاهی به صورت  $\psi = \frac{1}{4}u_0 + \frac{i}{2}u_1 + \frac{i\sqrt{12}}{4}u_2$  نوشته می شود  $u_n$  ها ویژه حالت های

$(n = 1, 2, 3)$  نوسانگر هماهنگ ساده اند. مقدار چشمداشتی انرژی این دستگاه کدام است؟

۱.  $\frac{3}{4}\omega$   
۲.  $\frac{17}{8}\omega$   
۳.  $\frac{13}{4}\omega$   
۴.  $\frac{3}{2}\omega$

۲۵-  $H = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2 x^2$

نوسانگر هماهنگ ساده ی یک بعدی با هامیلتونی را در نظر بگیرید. در زمان  $t=0$  تابع موج از

رابطه ی  $\psi(x,0) = \sqrt{\frac{1}{3}}u_0(x) + \sqrt{\frac{2}{3}}u_2(x)$

تبعیت می کند که در آن  $u_n(x)$  ویژه تابع دقیق نوسانگر هماهنگ با ویژه

مقدار  $\omega(n+1/2)$  است. کدام گزینه در مورد پاریمت ی حالت  $\psi(x,t)$  درست است؟

۱. زوج است و با گذشت زمان پاریمت ثابت باقی نمی ماند.

۲. فرد است و با گذشت زمان پاریمت ثابت باقی می ماند.

۳. زوج است و با گذشت زمان پاریمت ثابت باقی می ماند.

۴. فرد است و با گذشت زمان پاریمت ثابت باقی نمی ماند.

۲۶- جرم ذره ای  $m$  و جرم ذره ی دیگر دو برابر جرم ذره ی اول است. جرم کاهش یافته ی دو ذره کدام است؟

۱.  $\frac{m}{2}$   
۲.  $\frac{2m}{3}$   
۳.  $\frac{3m}{2}$   
۴.  $\frac{m}{3}$

۱.  $\frac{m}{2}$   
۲.  $\frac{2m}{3}$   
۳.  $\frac{3m}{2}$   
۴.  $\frac{m}{3}$

۱.  $\frac{m}{2}$   
۲.  $\frac{2m}{3}$   
۳.  $\frac{3m}{2}$   
۴.  $\frac{m}{3}$

۱.  $\frac{m}{2}$   
۲.  $\frac{2m}{3}$   
۳.  $\frac{3m}{2}$   
۴.  $\frac{m}{3}$

تعداد سوالات: تستی: ۳۰ تشریحی: ۰

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۱۲۰ تشریحی: ۰

سری سوال: ۱ یک

درس: مکانیک کوانتومی ۱

رشته تحصیلی/گد درس: فیزیک (هسته ای)، فیزیک (زمینه حالت جامد)، فیزیک (زمینه ذرات بنیادی)، فیزیک (زمینه گرانش و فیزیک نجومی)، فیزیک (زمینه هسته ای)، فیزیک (زمینه اتمی و مولکولی)، فیزیک (اتم و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد)، فیزیک (زمینه فیزیک بنیادی) (۱۱۳۰۴۱)

۲۷- کدام گزینه در مورد تابع موج  $\psi(x_1, x_2) = -\frac{3(x_1 - x_2)}{2(x_1 - x_2)^2 + 7}$  درست است؟

۱. متقارن است.
۲. هیچ کدام از شرایط تقارن یا پاد تقارن را ندارد.
۳. پاد متقارن است.
۴. تابع موج بوزون ها را نشان می دهد.

۲۸- انرژی حالت پایه ی سیستمی متشکل از تعداد  $N-1$  بوزون غیر برهم کنشی که در چاه پتانسیل یک بعدی بی پایان به عرض  $b$  قرار گرفته اند کدام است؟

۱.  $\frac{(N-1)\pi^2}{2mb^2}$
۲.  $\frac{N^2\pi^2}{2mb^2}$
۳.  $\frac{(N/2)^2\pi^2}{2mb^2}$
۴.  $\frac{(N^2 - 2N + 1)\pi^2}{2mb^2}$

۲۹- واگنی حالت برانگیخته ی پنجم ذره در جعبه ی مکعبی چند گانه است؟

۱. یگانه
۲. سه گانه
۳. چهار گانه
۴. شش گانه

۳۰- انرژی حالت برانگیخته ی سوم ذره ای در جعبه ی مکعبی به ضلع  $a$  کدام است؟

۱.  $\frac{12\pi^2}{2ma^2}$
۲.  $\frac{11\pi^2}{2ma^2}$
۳.  $\frac{14\pi^2}{2ma^2}$
۴.  $\frac{3\pi^2}{2ma^2}$