www.konkur.in

کد کنترل

478

F

478F

آزمون (نیمه‌متمرکز) ورود به دوره‌های دکتری ــ سال ۱۴۰۲

«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»
امام خمینی (ره)

جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری
سازمان سنجش آموزش کشور

دفترچهٔ شمارهٔ (۱)

صبح پنج‌شنبه
۱۴۰۱/۱۲/۱۱

فوتونیک (کد ۲۲۳۹)

تعداد سؤال: ۴۵

زمان پاسخ‌گویی: ۱۳۵ دقیقه

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شمارهٔ سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شمارهٔ	تا شمارهٔ
۱	مجموعه دروس تخصصی: ــ فیزیک مدرن ــ مکانیک کوانتومی و مکانیک کوانتومی پیشرفته ــ الکترومغناطیس و الکترودینامیک	۴۵	۱	۴۵

استفاده از ماشین‌حساب مجاز نیست.

این آزمون نمرهٔ منفی دارد.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول زیر، به‌منزلهٔ عدم حضور شما در جلسهٔ آزمون است.

اینجانب ..... با شمارهٔ داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان‌بودن شمارهٔ صندلی خود با شمارهٔ داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخ‌نامه و دفترچهٔ سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی جلد دفترچهٔ سؤالات و پایین پاسخ‌نامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

مجموعه دروس تخصصی (فیزیک مدرن ـ مکانیک کوانتومی و مکانیک کوانتومی پیشرفته ـ الکترومغناطیس و الکترودینامیک):

۱- انرژی جنبشی یک الکترون آزاد $1/6\times10^{-13}$ J است. مقدار سرعت آن تقریباً چند $\frac{m}{s}$ است؟ (انرژی سکون الکترون را 5×10^{5} eV فرض کنید.)

۱) $2/1\times10^{6}$

۲) $4/8\times10^{6}$

۳) $1/5\times10^{8}$

۴) $2/8\times10^{8}$

۲- اگر فاصلهٔ فضا ـ زمانی دو رویداد معین A و B نسبت به یک ناظر اینرسی خاص فضاگونه باشد، کدام عبارت همواره درست است؟

۱) فاصله فضا ـ زمانی A و B نسبت به یک ناظر اینرسی معین می‌تواند نورگونه باشد.

۲) فاصله فضا ـ زمانی A و B نسبت به دیگر ناظرهای اینرسی می‌تواند زمان‌گونه باشد.

۳) ترتیب زمانی رخ دادن A و B نسبت به تمام ناظرهای اینرسی یکسان است.

۴) ترتیب زمانی رخ دادن A و B نسبت به ناظرهای اینرسی مختلف می‌تواند تغییر کند.

۳- یک هسته رادیواکتیو با تندی $\frac{c}{2}$ به سمت زمین در حرکت است و در همان راستایی که در حرکت است الکترونی با تندی $\frac{c}{4}$ نسبت به هسته رادیواکتیو به سمت زمین پرتاب می‌کند. تندی الکترون نسبت به زمین، کدام است؟

۱) $\frac{2}{3}c$

۲) $\frac{6}{7}c$

۳) $\frac{2}{7}c$

۴) $\frac{2}{9}c$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۴- طول موج گسیلی از یک اتم در حال سکون برابر $600\,nm$ است. اگر این اتم با تندی $7/5\times10^{7}\,\frac{m}{s}$ از شما دور شود انرژی هر فوتونی که به شما می‌رسد، به‌تقریب چند eV است؟

۱) ۱/۲۴

۲) ۱/۶۰

۳) ۲/۰۷

۴) ۲/۶۸

۵- فوتونی با انرژی $150\,keV$ تحت پراکندگی کامپتون به اندازه 60° از مسیر اولیه خود انحراف می‌یابد. پس از پراکندگی طول موج این فوتون تقریباً چند درصد تغییر یافته است؟

۱) ۳/۰

۲) ۳۰

۳) ۱/۵

۴) ۱۵

۶- دو حفره سیاه ایده‌آل در نظر بگیرید. بیشینه تابش برای حفره اول در طول موج $600\,nm$ و برای حفره دوم در طول موج $400\,nm$ رخ می‌دهد. در مقایسه با حفره سیاه دوم کدام عبارت در مورد شدت تابش گسیلی از حفره سیاه اول، درست است؟

۱) در تمام طول موج‌ها شدت تابش بیشتر است.

۲) در تمام طول موج‌ها شدت تابش کمتر است.

۳) در طول موج‌های کوتاه شدت تابش کمتر و در طول موج‌های بزرگ شدت تابش بیشتر است.

۴) در طول موج‌های کوتاه شدت تابش بیشتر و در طول موج‌های بزرگ شدت تابش کمتر است.

۷- در فضای میان ستاره‌ای اتم‌های هیدروژنی در حالت برانگیخته با عدد کوانتومی اصلی $n = 720$ پیدا شده است. شعاع مداری الکترون در این اتم، به‌تقریب چقدر است؟

۱) $3/8\,nm$

۲) $38\,nm$

۳) $27/5\,\mu m$

۴) $2/8\,\mu m$

۸- الکترونی در یک جعبه یک‌بُعدی به طول $5\,nm$ محبوس است. اگر الکترون از حالت برانگیخته اول به حالت پایه گذار کند، طول موج فوتون گسیلی، چند متر است؟

۱) $2/7\times10^{-5}$

۲) $8/1\times10^{-4}$

۳) $2/7\times10^{-6}$

۴) $8/1\times10^{-7}$

۹- ممان اینرسی مولکول HCl برابر $3\times10^{-47}\,kg\cdot m^{2}$ است. انرژی اولین حالت برانگیخته دورانی این مولکول چند eV است؟

۱) $2/3\times10^{-3}$

۲) $4/6\times10^{-3}$

۳) $2/1\times10^{-6}$

۴) $1/1\times10^{-6}$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۱۰- کدام عبارت، در مورد واپاشی بتا، نادرست است؟

۱) در این واپاشی قوانین پایستاری بار الکتریکی، ممنتوم خطی و ممنتوم زاویه‌ای برقرار است.

۲) درون هسته یک نوترون به پروتون تبدیل و یک الکترون تولید می‌شود.

۳) در این واپاشی علاوه‌بر الکترون‌های آزاد، ذرات پادنوترینو هم تولید می‌شوند.

۴) یک الکترون از یکی از ترازهای اتمی به داخل هسته سقوط کرده و یک پروتون و نوترینو آزاد می‌شود.

۱۱- اگر در واپاشی هر هسته ^{۲۳۸}U مقدار $۲۰۰\,MeV$ انرژی آزاد شود. در واپاشی $۱kg$ از این ماده چند ژول انرژی آزاد می‌شود؟ (جرم مولی اورانیوم $۲۳۸\,g/mol$ است.)

۱) $۱/۹\times ۱۰^{۹}$

۲) $۱/۹\times ۱۰^{۱۳}$

۳) $۸/۱\times ۱۰^{۱۰}$

۴) $۸/۱\times ۱۰^{۱۳}$

۱۲- تقارن پاریته در کدام نوع از برهمکنش‌های بنیادی نقض می‌شود؟

۱) هسته‌ای قوی ۲) هسته‌ای ضعیف

۳) الکترومغناطیسی ۴) گرانش

۱۳- بنابر مشاهدات انجام شده جهان کنونی در چه وضعیتی است و بنابر نظریه استاندارد کیهان‌شناسی عامل آن چیست؟

۱) در حال انقباض شتابدار ـ وجود انرژی تاریک

۲) در حال انبساط شتابدار ـ وجود انرژی تاریک

۳) در حال انبساط با تندی ثابت ـ وجود ماده تاریک

۴) در حال سکون پایدار ـ وقوع مهبانگ در ابتدای تولد کیهان

۱۴- ذره مزون π° در حالت سکون به دو فوتون تلاشی می‌یابد: $\pi^{\circ}\rightarrow \gamma+\gamma$. طول موج هر یک از دو فوتون برحسب متر کدام است؟ (جرم سکون π° برابر $۱۳۵\,MeV/c^{۲}$ است.)

۱) $۱/۸\times ۱۰^{-۱۴}$

۲) $۹/۲\times ۱۰^{-۱۵}$

۳) $۸/۹\times ۱۰^{-۲۶}$

۴) $۲/۸\times ۱۰^{-۸}$

۱۵- در پراکندگی ذرات آلفا از یک ورقه نازک نقره تعداد ذرات آلفا که در هر ثانیه در زاویه پراکندگی $\theta=۶۰^{\circ}$ آشکار می‌شوند چند برابر تعداد ذرات آلفا است که در زاویه پراکندگی $\theta=۹۰^{\circ}$ آشکار می‌شوند؟

۱) $\frac{۱۶}{۹}$

۲) $\frac{۴}{۳}$

۳) ۴

۴) ۲

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۱۶- تابع موج یک سیستم کوانتومی که در راستای x حرکت می‌کند در لحظه به شکل زیر است:

$$\psi(x,t) = A\,e^{-\lambda|x|}\,e^{-i\omega t}$$

که در آن λ، A و ω ضریب‌های ثابت حقیقی مثبتی هستند. مقدار چشم‌داشتی عملگر $\hat{x}$ در این حالت، کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۲\lambda}$

۲) $\frac{۱}{۴\lambda}$

۳) $-\frac{۱}{۴\lambda}$

۴) $-\frac{۱}{۲\lambda}$

۱۷- اگر در مسئله یک بعدی، انرژی پتانسیل تابع زوجی از مختصه مکان x باشد، کدام عبارت در مورد حل‌های معادله شرودینگر مستقل از زمان درست است؟

۱) این حل‌ها را می‌توان فقط توابعی زوج از مختصه x اختیار کرد.

۲) این حل‌ها را می‌توان توابعی زوج یا فرد از مختصه x اختیار کرد.

۳) این حل‌ها همواره توابعی زوج یا فرد از مختصه x هستند.

۴) این حل‌ها همواره توابعی زوج از مختصه x هستند.

۱۸- کدام عبارت، در مورد ویژه مقدار متناظر با هر ویژه تابع بهنجارش‌پذیرِ عملگر انرژی درست است؟

۱) این ویژه مقدار از مقدار بیشینه مطلق تابع انرژی پتانسیل همواره بیشتر است.

۲) این ویژه مقدار از مقدار بیشینه مطلق تابع انرژی پتانسیل همواره کمتر است.

۳) این ویژه مقدار از مقدار کمینه مطلق تابع انرژی پتانسیل می‌تواند کمتر باشد.

۴) این ویژه مقدار از مقدار کمینه مطلق تابع انرژی پتانسیل همواره بیشتر است.

۱۹- تابع موج یک نوسانگر هماهنگ یک‌بُعدی با بسامد زاویه‌ای ω در لحظه $t = ۰$ به شکل $\psi(x,۰) = A[۳u_۱ - ۴u_۲]$ است که در آن A ضریبی ثابت و $u_n(x)$ ها ویژه توابع بهنجار انرژی این نوسانگر با انرژی E_n هستند. احتمال آن که در لحظه $t > ۰$ در اندازه‌گیری انرژی نوسانگر مقدار $E_۲$ به دست آید، کدام است؟

۱) $\frac{۱۶}{۲۵}$

۲) $\frac{۴}{۵}$

۳) $\frac{۱۶}{۲۵}\cos^۲(۲\omega t)$

۴) $\frac{۴}{۵}\cos(۲\omega t)$

۲۰- نوسانگر هماهنگ یک‌بُعدی در لحظه $t = ۰$ در یک حالت همدوس قرار دارد. کدام ویژگی برای تابع حالت نوسانگر در لحظه دلخواه $t > ۰$، نادرست است؟

۱) این تابع در تمام زمان‌ها ویژه تابع عملگر تعداد $N = a^\dagger a$ نیست.

۲) تابع حالت نوسانگر در تمام زمان‌ها ویژه تابع عملگر پایین‌بر a است.

۳) مقدار چشم‌داشتی عملگر مکان در تمام لحظه‌ها برابر صفر است.

۴) رابطه عدم قطعیت مکان و ممنتوم خطی در تمام لحظه‌ها مقدار کمینه خود را دارد.

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۲۱- **اگر A عملگر تانسور کروی از مرتبه ۳ و B عملگر تانسور کروی از مرتبه ۱ باشد، کدام عبارت درست است؟**

۱) از مجموع حاصل‌ضرب مؤلفه‌های این دو عملگر با ضرایب کلبش ـ گوردن مناسب می‌توان تانسورهای کروی از مرتبه‌های ۲، ۳ و ۴ ساخت.

۲) از مجموع حاصل‌ضرب مؤلفه‌های این دو عملگر با ضرایب کلبش ـ گوردن مناسب می‌توان فقط تانسورکروی از مرتبه ۴ ساخت.

۳) عملگر AB تانسوری کروی از مرتبه ۲ است.

۴) عملگر AB تانسوری کروی از مرتبه ۴ است.

۲۲- **یک ذره اسپین $\frac{۱}{۲}$ در حالت $|\chi\rangle = \begin{pmatrix} \sqrt{۳}-i \\ ۱ \end{pmatrix}$ قرار دارد. مقدار عدم قطعیت در اندازه‌گیری عملگر S_x در این حالت، کدام است؟**

۱) $\frac{\hbar\sqrt{۲}}{۵}$

۲) $\frac{\hbar\sqrt{۱۳}}{۱۰}$

۳) $\frac{\hbar\sqrt{۱۱}}{۲}$

۴) $\frac{\hbar}{۲\sqrt{۳}}$

۲۳- **دو ذره غیربرهمکنشی یکسان در داخل یک چاه بی‌نهایت یک‌بُعدی قرار دارند. اگر دو ذره بوزون باشند، کدام عبارت در مورد تابع حالت پایه و اولین حالت برانگیخته این مجموعه، درست است؟**

۱) حالت پایه تبهگن مرتبه ۲ و حالت برانگیخته اول غیرتبهگن است.

۲) حالت پایه غیرتبهگن و حالت برانگیخته اول تبهگن مرتبه ۲ است.

۳) حالت پایه و حالت برانگیخته اول هر دو غیرتبهگن هستند.

۴) حالت پایه و حالت برانگیخته اول هر دو تبهگن مرتبه ۲ هستند.

۲۴- **کدام عبارت در مورد فرمول‌بندی انتگرال مسیری مکانیک کوانتومی نادرست است؟**

۱) در این فرمول‌بندی کمیت‌های فیزیکی، کمیت‌هایی کلاسیکی و نه عملگرهایی در فضای هیلبرت هستند.

۲) برای انجام محاسبات در سیستم‌های کوانتومی با بی‌نهایت درجه آزادی این فرمول‌بندی بسیار مناسب‌تر است.

۳) در محاسبه انتشارگر از نقطه $\vec{x}_i t_i$ به نقطه $\vec{x}_f t_f$ نه تنها مسیر کلاسیک بلکه تمام مسیرها میان این دو نقطه سهم دارند.

۴) این فرمول‌بندی، کاملاً معادل فرمول‌بندی شرودینگری نیست و فقط در مواردی که هامیلتونی سیستم مستقل از زمان است کاربرد دارد.

۲۵- **حاصل جابه‌جاگر $\left[L^۲, z\right]$ چیست؟ (x، y و z عملگرهای مکان، و $L^۲ = L_x^۲ + L_y^۲ + L_z^۲$ مربع عملگر ممنتوم زاویه مداری است.)**

۱) $۲i\hbar(xL_y + yL_x + i\hbar z)$

۲) $۲i\hbar(xL_y - yL_x - i\hbar z)$

۳) $۲i\hbar(xL_y + yL_x - i\hbar z)$

۴) $۲i\hbar(xL_y - yL_x + i\hbar z)$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۲۶- عملگر وارونی زمان چه نوع عملگری است؟

۱) یکانی ۲) هرمیتی

۳) پادیکانی ۴) پادهرمیتی

۲۷- اگر χ یک اسپینور دو مؤلفه‌ای دلخواه و σ_kها $(k=1,2,3)$ماتریس‌های پاؤلی باشند، کدام عبارت درست است؟

۱) مجموعه سه ماتریس σ_k تحت دوران یک عملگر تانسور دکارتی مرتبه یک تشکیل می‌دهند.

۲) مجموعه سه کمیت $\chi^\dagger\sigma_k\chi$ تحت دوران یک عملگر تانسور دکارتی مرتبه یک تشکیل می‌دهند.

۳) مجموعه سه کمیت $\chi^\dagger\sigma_k\chi$ تحت دوران یک عملگر تانسور کروی مرتبه دو تشکیل می‌دهند.

۴) مجموعه سه ماتریس σ_k تحت دوران یک عملگر تانسور کروی مرتبه دو تشکیل می‌دهند.

۲۸- اگر جمله اصلاح نسبیتی به هامیلتونی اتم هیدروژن به شکل $H_r=-\frac{p^4}{8m^3c^2}$ باشد، مقدار تغییر تراز انرژی E_n در اولین مرتبه اختلال، کدام است؟

۱) $-\frac{1}{2mc^2}\left[E_n^2+2E_n\left(\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_\circ}\right)\left\langle\frac{1}{r}\right\rangle+\left(\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_\circ}\right)^2\left\langle\frac{1}{r^2}\right\rangle\right]$

۲) $-\frac{1}{2mc^2}\left[E_n^2-2E_n\left(\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_\circ}\right)\left\langle\frac{1}{r}\right\rangle+\left(\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_\circ}\right)^2\left\langle\frac{1}{r^2}\right\rangle\right]$

۳) $-\frac{1}{2mc^2}\left[2E_n\left(\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_\circ}\right)\left\langle\frac{1}{r}\right\rangle+\left(\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_\circ}\right)^2\left\langle\frac{1}{r^2}\right\rangle\right]$

۴) $-\frac{1}{2mc^2}\left[2E_n\left(\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_\circ}\right)\left\langle\frac{1}{r}\right\rangle-\left(\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_\circ}\right)^2\left\langle\frac{1}{r^2}\right\rangle\right]$

۲۹- هامیلتونی یک ذره اسپین $\frac{1}{2}$ به شکل $H=\hbar\Omega\sigma_z+\hbar\omega(\sigma_x\cos\alpha t+\sigma_y\sin\alpha t)$ است. اگر بردار حالت ذره در لحظه $t=0$ برابر $\begin{pmatrix}0\\1\end{pmatrix}$ باشد، احتمال آن که در لحظه $t>0$ بردار حالت ذره $\begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix}$ باشد کدام است؟

۱) $\frac{4\omega^2}{(\Omega+\alpha)^2+4\omega^2}\sin^2\left(\sqrt{(\Omega+\alpha)^2+4\omega^2}\,t\right)$

۲) $\frac{2\omega^2}{(\Omega+\alpha)^2}\sin^2((\Omega+\alpha)t)$

۳) $\frac{2\omega^2}{(\Omega-\alpha)^2+4\omega^2}\sin^2\left(\sqrt{(\Omega-\alpha)^2+4\omega^2}\,t\right)$

۴) $\frac{4\omega^2}{(2\Omega+\alpha)^2}\sin^2((2\Omega+\alpha)t)$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۳۰- در نظریه پراکندگی (scattering)، کدام عبارت درباره قضیه اپتیکی $\sigma_{tot} = \frac{۴\pi}{k} Im\big(f(\theta = ۰)\big)$ درست است؟

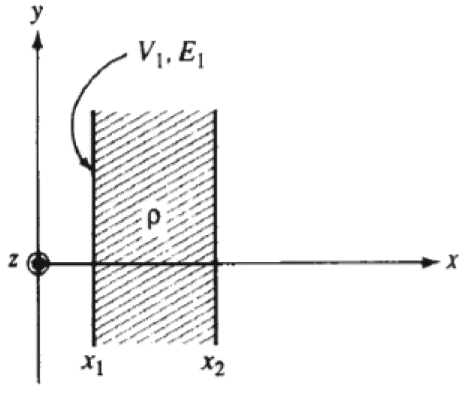
۱) این قضیه فقط در تقریب اول بورن برقرار است و در پراکندگی از هر نوع پتانسیل کاربرد دارد.

۲) قضیه‌ای دقیق است که در پراکندگی از هر نوع پتانسیل کاربرد دارد.

۳) این قضیه فقط در تقریب اول بورن برقرار است و فقط در پراکندگی از پتانسیل‌های مرکزی صادق است.

۴) قضیه‌ای دقیق است اما فقط در پراکندگی از پتانسیل‌های مرکزی (با تقارن کروی) صادق است.

۳۱- درون یک تیغه بزرگ بار الکتریکی با چگالی حجمی یکنواخت ρ توزیع شده است. مطابق شکل زیر در مرز $x = x_1$ پتانسیل و میدان الکتریکی به‌ترتیب مقدارهای ثابت V_1 و E_1 را دارند. پتانسیل الکتریکی در نقطه‌ای داخل تیغه با مختصات (x,y,z) کدام است؟



۱) $-\frac{\rho}{۳\varepsilon_۰}(x-x_۱)^۳ + E_۱(x-x_۱) + V_۱$

۲) $-\frac{\rho}{۳\varepsilon_۰}(x-x_۱)^۳ - E_۱(x-x_۱) + V_۱$

۳) $-\frac{\rho}{۲\varepsilon_۰}(x-x_۱) + E_۱(x-x_۱)^۲ + V_۱$

۴) $-\frac{\rho}{۲\varepsilon_۰}(x-x_۱)^۲ - E_۱(x-x_۱) + V_۱$

۳۲- دو صفحه رسانای تخت بی‌نهایت ۱ و ۲ به فاصله d موازی هم قرار دارند. بار نقطه‌ای q در فضای میان دو صفحه و به فاصله $\frac{d}{۳}$ از صفحه ۱ قرار دارد. بار القایی روی صفحه ۲ کدام است؟

۱) $-\frac{۳q}{۴}$

۲) $-\frac{۲q}{۳}$

۳) $-\frac{q}{۳}$

۴) $-\frac{q}{۴}$

۳۳- داخل یک دی‌الکتریک با ضریب گذردهی ε میدان جابه‌جایی $\vec{D}$ در نقطه‌ای با مختصات استوانه‌ای (r,φ,z) توسط رابطه $\vec{D} = r\sin\varphi\,\hat{r} + r^۲\cos\varphi\,\hat{\varphi} + ۲re^{-۲z}\,\hat{k}$ تعیین می‌شود. چگالی بار الکتریکی در نقطه $(۳,\pi/۲,۰)$ داخل دی‌الکتریک، کدام است؟

۱) -۱۳

۲) -۹

۳) $-\frac{۱۴}{\varepsilon}$

۴) -۷ε

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۳۴- ماده‌ای با ضریب گذردهی ε و ضریب هدایت الکتریکی σ تحت‌تأثیر میدان الکتریکی متناوبی با بسامد زاویه‌ای ω قرار دارد. نسبت اندازه چگالی جریان رسانش $|\vec{J}_C|$ به اندازه چگالی جریان جابه‌جایی $|\vec{J}_D|$ کدام است؟

۱) $\frac{\varepsilon\,\omega}{\sigma}$

۲) $\frac{\sigma\,\omega}{\varepsilon}$

۳) $\frac{\sigma}{\varepsilon\,\omega}$

۴) $\frac{\varepsilon}{\sigma\,\omega}$

۳۵- مرکز سه کره رسانا منطبق بر رأس‌های یک مثلث متساوی‌الاضلاع است. طول ضلع این مثلث $L = ۴۸\,cm$، شعاع سه کره به‌ترتیب $r_۱ = L/۲۴$ ، $r_۲ = L/۱۲$ و $r_۳ = L/۶$ و پتانسیل سه کره به‌ترتیب $\phi_۱ = ۱\,V$ ، $\phi_۲ = ۴\,V$ و $\phi_۳ = ۱۰\,V$ است. $(i,j = ۱,۲,۳)$ P_{ij}، ماتریس ضرایب پتانسیل این مجموعه، کدام است؟

۱) $\frac{۵}{۸\pi\varepsilon_۰}\begin{pmatrix} ۱۲ & ۱ & ۱۰ \\ ۱ & ۶ & ۴ \\ ۱۰ & ۴ & ۳ \end{pmatrix}$

۲) $\frac{۲۵}{۴۸\pi\varepsilon_۰}\begin{pmatrix} ۲۴ & ۱ & ۱۰ \\ ۱ & ۱۲ & ۴ \\ ۱۰ & ۴ & ۶ \end{pmatrix}$

۳) $\frac{۱۵}{۸\pi\varepsilon_۰}\begin{pmatrix} ۱۲ & ۲ & ۲ \\ ۲ & ۶ & ۰ \\ ۲ & ۰ & ۳ \end{pmatrix}$

۴) $\frac{۲۵}{۴۸\pi\varepsilon_۰}\begin{pmatrix} ۲۴ & ۱ & ۱ \\ ۱ & ۱۲ & ۱ \\ ۱ & ۱ & ۶ \end{pmatrix}$

۳۶- میدان مغناطیسی H درون یک رسانای استوانه‌ای با رابطه $\vec{H} = ۴r^۳\,\hat{\varphi}$ داده می‌شود. چگالی جریان داخل این رسانا کدام است؟

۱) $r^۴\,\hat{r}$

۲) $۱۶r^۳\,\hat{k}$

۳) $۱۶r^۲\,\hat{k}$

۴) $r^۲\cos\varphi\,\hat{r}$

۳۷- یک موجبر مستطیلی پر از هوا در فرکانس $۳۰\,GHz$ کار می‌کند. با فرض آن که فرکانس قطع مد $TM_{۲۱}$ برابر $۱۸\,GHz$ باشد، طول موج این مد چند cm است؟

۱) ۱/۲۵

۲) ۲/۵۰

۳) ۰/۸

۴) ۰/۴

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۳۸- میدان الکتریکی موجی که در امتداد محور z انتشار یافته $\vec{E} = E_0\left(e^{-ikz} - i\frac{1}{5}e^{ikz+\phi}\right)e^{i\omega t}\,\hat{e}_x$ است که E_0، ϕ و ω کمیت‌های ثابت حقیقی هستند. متوسط توانی که واحد سطح عمود بر جهت انتشار این موج دریافت می‌کند کدام است؟

۱) $\frac{24E_0^2 k}{50\varepsilon_0\omega}$

۲) $\frac{24E_0^2 k}{25\varepsilon_0\omega}$

۳) $\frac{24E_0^2 k}{25\mu_0\omega}$

۴) $\frac{24E_0^2 k}{50\mu_0\omega}$

۳۹- برای ماده رسانایی با ضریب تراوایی مغناطیسی μ و ضریب هدایت الکتریکی σ مؤلفه‌های میدان مغناطیسی H_i برای $i = 1,2,3$ در کدام رابطه صدق می‌کنند؟

۱) $\nabla^2 H_i = \frac{\sigma}{\mu}\frac{\partial^2 H_i}{\partial t^2}$

۲) $\nabla^2 H_i = \frac{\mu}{\sigma}\frac{\partial H_i}{\partial t}$

۳) $\nabla^2 H_i = \mu\sigma\frac{\partial H_i}{\partial t}$

۴) $\nabla^2 H_i = \mu\sigma\frac{\partial^2 H_i}{\partial t^2}$

۴۰- بار نقطه‌ای q در صفحه $x-y$ در مسیری دایره‌ای به شعاع R حول مبدأ مختصات با سرعت زاویه‌ای ثابت ω می‌چرخد. کدام چگالی بار حجمی مشخص‌کننده این توزیع بار در مختصات کروی است؟

۱) $\frac{q}{R^2}\delta(r-R)\delta(\sin\theta)\delta(\varphi-\omega t)$

۲) $\frac{q}{R^2}\delta(r-R)\delta(\cos\theta)\delta(\varphi-\omega t)$

۳) $\frac{q\omega}{2\pi R}\delta(r-R)\delta(\cos\theta)\delta(\varphi-\omega t)$

۴) $\frac{q\sin\theta}{\omega R}\delta(r-R)\delta(\theta)\delta(\varphi-\omega t)$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۴۱- بار نقطه‌ای q داخل کره رسانای متصل به زمین به شعاع a قرار دارد. فاصله بار نقطه‌ای تا مرکز کره $a/3$ است. اندازه نیروی وارد بر این بار کدام است؟

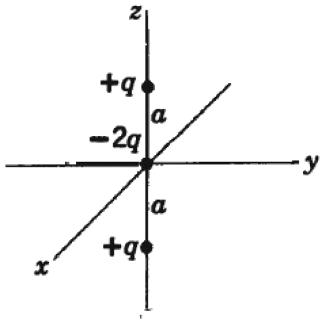
۱) $\frac{q^2}{48\pi\varepsilon_0 a^2}$

۲) $\frac{27q^2}{256\pi\varepsilon_0 a^2}$

۳) $\frac{3q^2}{16\pi\varepsilon_0 a^2}$

۴) $\frac{9q^2}{8\pi\varepsilon_0 a^2}$

۴۲- ممان‌های چندقطبی $q_{\ell m}$ غیرصفر برای توزیع بار نشان داده در شکل زیر کدام هستند؟



۱) $q_{\ell 0} = \sqrt{(2\ell+1)/4\pi}\, q a^{\ell+2}$, $\ell = 2,4,6,\cdots$

۲) $q_{\ell 0} = \sqrt{(2\ell+1)/4\pi}\, q a^{\ell+2}$, $\ell = 1,3,5,\cdots$

۳) $q_{\ell 0} = \sqrt{(2\ell+1)/\pi}\, q a^{\ell}$, $\ell = 2,4,6,\cdots$

۴) $q_{\ell 0} = \sqrt{(2\ell+1)/\pi}\, q a^{\ell}$, $\ell = 1,3,5,\cdots$

۴۳- پتانسیل اسکالر مغناطیسی برای یک پوسته استوانه‌ای بسیار بلند به شعاع داخلی a و شعاع خارجی b و ضریب نفوذپذیری μ در مختصات استوانه‌ای به شکل زیر داده شده است:

$$\phi_M(\rho,\varphi) = \begin{cases} \left(\alpha_1\rho + \frac{\alpha_2}{\rho}\right)\cos\varphi & \rho > b \\ \left(\beta_1\rho + \frac{\beta_2}{\rho}\right)\cos\varphi & a < \rho < b \\ \gamma_1\rho\cos\varphi & \rho < a \end{cases}$$

و محور z منطبق بر محور استوانه است. شرایط مرزی مگنتواستاتیک برای میدان مغناطیسی $\vec{H}$ و $\vec{B}$ منجر به کدام روابط میان ضرایب ثابت α_1، α_2، β_1، β_2 و γ_1 می‌شوند؟

۱) $\alpha_1 - \beta_1 = b^2(\beta_2 - \alpha_2)$, $a^2(\gamma_1 - \beta_2) = \beta_1$, $\mu(\beta_2 a^2 - \beta_1) = \mu_0 a^2 \gamma_1$

۲) $\alpha_1 + \beta_1 = b^2(\beta_2 - \alpha_2)$, $\gamma_1 - \beta_1 = a^2\beta_2$, $\mu(\alpha_1 b^2 - \alpha_2) = \mu_0(\beta_1 b^2 - \beta_2)$

۳) $b^2(\alpha_1 - \beta_1) = \beta_2 + \alpha_2$, $a^2(\gamma_1 + \beta_1) = \beta_2$, $\mu_0(\alpha_1 b^2 - \alpha_2) = \mu(\beta_1 b^2 - \beta_2)$

۴) $b^2(\alpha_1 - \beta_1) = \beta_2 - \alpha_2$, $a^2(\gamma_1 - \beta_1) = \beta_2$, $\mu(\beta_1 a^2 - \beta_2) = \mu_0 a^2 \gamma_1$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۴۴- یک مدار الکتریکی شامل یک پوسته استوانه‌ای نازک رسانا به شعاع a و یک پوسته نازک رسانای داخلی جهت بازگشت جریان به شعاع b و هم‌محور با پوسته خارجی است $(b < a)$. خودالقایی در واحد طول این مجموعه کدام است؟

۱) $\frac{\mu_\circ}{۲\pi}\frac{a}{b}\ln\left(\frac{a}{b}\right)$

۲) $\frac{\mu_\circ}{۴\pi}\ln\left(\frac{a}{b}\right)$

۳) $\frac{\mu_\circ}{۲\pi}\ln\left(\frac{a}{b}\right)$

۴) $\frac{\mu_\circ}{۴\pi}\frac{b}{a}\ln\left(\frac{a}{b}\right)$

۴۵- توان کل تابشی از یک چهارقطبی الکتریکی با چه توانی از ω بسامد زاویه‌ای موج تابشی متناسب است؟

۱) $\omega^۶$

۲) $\omega^۵$

۳) $\omega^۴$

۴) $\omega^۳$

Telegram: @uni_k