saednews.com

کد کنترل

274

E

274E

«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 جمعه
۹۸/۱۲/۹

آزمون ورودی دورهٔ دکتری (نیمه‌متمرکز) ـ سال ۱۳۹۹

رشتهٔ علوم و فناوری نانو ـ نانوفیزیک ـ کد (۲۲۳۷)

تعداد سؤال: ۴۵ — مدت پاسخ‌گویی: ۱۵۰ دقیقه

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شمارهٔ سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شمارهٔ	تا شمارهٔ
۱	مجموعه دروس تخصصی: فیزیک پایه ۱، ۲ و ۳ (شامل کل کتاب فیزیک هالیدی آخرین ویرایش) ـ مکانیک کوانتومی و مکانیک کوانتومی پیشرفته ـ الکترومغناطیس و الکترودینامیک ـ ترمودینامیک و مکانیک آماری پیشرفته ۱ ـ مبانی نانوتکنولوژی	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.

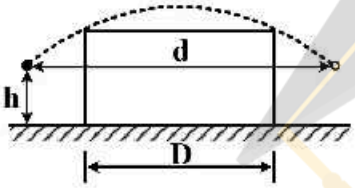
saednews.com

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

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

امضا:

۱- مطابق شکل زیر به یک توپ بیسبال در ارتفاع $h = 1m$ ضربه زده می‌شود و سپس در همان ارتفاع توپ گرفته می‌شود. توپ از پهلوی دیواری می‌گذرد و پس از ضربه خوردن ۲ ثانیه در پایین لبهٔ دیوار رو به بالا حرکت کرده و در ادامه مدت ۵ ثانیه در بالای لبهٔ دیوار حرکت کرده و در امتداد لبهٔ دیواره به اندازهٔ $D = 60\,m$ جابه‌جا می‌شود. d فاصلهٔ افقی پیموده شده توسط توپ از لحظهٔ ضربه خوردن تا لحظهٔ گرفتن، چند متر است؟

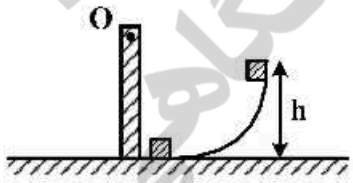


۱) ۷۵
۲) ۱۰۸
۳) ۱۳۰
۴) ۱۶۸

۲- نیروی $\vec{F} = 2x\hat{i} + 3\hat{j}$ که در آن F برحسب نیوتن و x برحسب متر است به ذره‌ای در صفحهٔ $x - y$ وارد می‌شود و ذره از نقطهٔ $\vec{r}_1 = 2\hat{i} + 3\hat{j}$ به نقطهٔ $\vec{r}_2 = -4\hat{i} - 3\hat{j}$ انتقال می‌یابد. کار انجام شده توسط نیروی $\vec{F}$ در این جابه‌جایی برحسب ژول کدام است؟

۱) −۴۳
۲) −۶
۳) ۱۲
۴) ۳۰

۳- مکعب کوچک به جرم ۲۰۰g از سطح بدون اصطکاک نشان داده در شکل زیر از ارتفاع $h = 30\,cm$ از حال سکون به حرکت در می‌آید و در نهایت به میلهٔ یکنواختی به جرم ۴۰۰g و طول ۴۵cm برخورد کرده و به آن می‌چسبد. میله حول نقطهٔ ثابت O می‌تواند آزادانه بچرخد. تندی خطی مکعب درست پس از لحظهٔ برخورد چند $\frac{m}{s}$ است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$



۱) $\frac{\sqrt{6}}{2}$
۲) $\frac{2\sqrt{6}}{3}$
۳) $\sqrt{6}$
۴) $\frac{3\sqrt{6}}{5}$

saednews.com

۴- یک منظومهٔ دو ستاره‌ای شامل دو ستاره نوترونی است که با دورهٔ تناوب $8h$ حول مرکز جرم مشترک خود گردش می‌کنند. اگر جرم دو ستاره با هم برابر و مدارهای هر یک از آن‌ها دایره‌ای با شعاع $9\times10^{8}\ m$ باشد، جرم هر ستاره چند کیلوگرم است؟ $\left(G=6/7\times10^{-11}\frac{N.m^2}{kg^2}\right)$

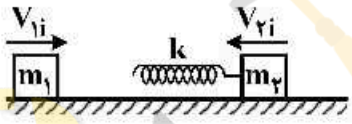
۱) $1/5\times10^{26}$

۲) $4/2\times10^{24}$

۳) $7/6\times10^{25}$

۴) $1/3\times10^{29}$

۵- بر روی یک سطح افقی بدون اصطکاکی دو مکعب هر یک به جرم $400g$ اولی با تندی $V_{1i}=1\frac{m}{s}$ و دومی با تندی $V_{2i}=4\frac{m}{s}$ مطابق شکل به سمت هم در حرکتند. فنر افقی با ثابت فنر $20\frac{N}{m}$ به مکعب دوم متصل است. پس از برخورد دو مکعب به یکدیگر بیشینهٔ فشردگی فنر چند سانتی‌متر است؟



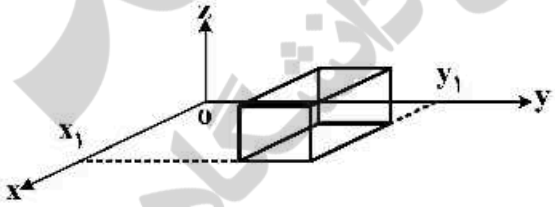
۱) ۵۸

۲) ۵۰

۳) ۳۰

۴) ۲۱

۶- شکل زیر سطح بسته گاوسی به شکل مکعب را نشان می‌دهد که هر ضلع آن $2m$ است و یکی از گوشه‌های آن در نقطهٔ $(x_1=5m\ ,\ y_1=6m\ ,\ z_1=0)$ قرار دارد. این مکعب در ناحیه‌ای با میدان الکتریکی $\vec{E}=-4x\hat{i}+2\hat{k}$ قرار دارد که E برحسب $\frac{N}{m}$ و x، y و z برحسب متر هستند. بار خالص موجود در داخل این مکعب چند nC است؟



۱) $-\frac{8}{9\pi}$

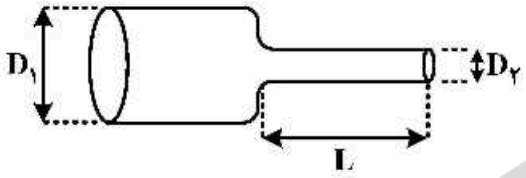
۲) $\frac{4}{3\pi}$

۳) $-\frac{1}{9\pi}$

۴) $\frac{32}{9\pi}$

saednews.com

۷- سیمی مطابق شکل از دو بخش یکی با قطر D_1 و دیگری با قطر $D_2 = \frac{D_1}{5}$ تشکیل شده است. سیم از جنس مس با مقاومت ویژه $1/7\times10^{-8}\,\Omega.m$ است و جریان الکتریکی از آن عبور می‌کند به‌طوری‌که افت پتانسیل در طول $L = 4m$ برابر $68\mu V$ است. چگالی جریان در بخش با قطر D_1 چند $\frac{A}{m^2}$ است؟

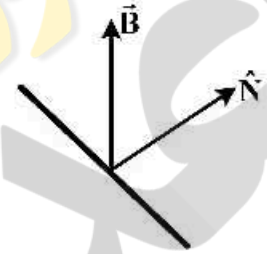


۱) $2/5\times10^4$
۲) ۲۰۰
۳) $2/5\times10^7$
۴) ۴۰

۸- یک مقاومت $4M\Omega$ و یک خازن $10\mu F$ به‌طور متوالی به یک باتری با نیروی محرکه $\varepsilon = 12V$ بسته شده‌اند. ۲۰ ثانیه پس از اتصال، آهنگ انرژی تولید شده توسط باتری چند وات است؟ $(\sqrt{e} = 1/65)$

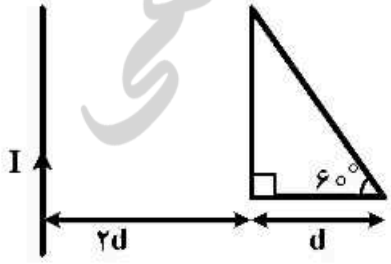
۱) $7/2\times10^{-4}$
۲) $1/3\times10^{-5}$
۳) $2/3\times10^{5}$
۴) $3/6\times10^{-5}$

۹- حلقهٔ جریانی به شکل دایره به شعاع $15cm$ در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ به شدت ۲ تسلا چنان قرار دارد که $\hat{N}$ بردار عمود بر صفحهٔ حلقه با امتداد میدان زاویهٔ ۳۰ درجه می‌سازد. حلقهٔ حول راستای میدان با بسامد ۱۰۰ دور در ثانیه می‌چرخد، به‌طوری‌که بردار $\vec{N}$ روی یک مخروط حول راستای میدان حرکت می‌کند. نیروی محرک القایی در حلقهٔ جریان چند ولت است؟



۱) صفر
۲) ۰/۱۳
۳) ۰/۵۰
۴) ۰/۸۵

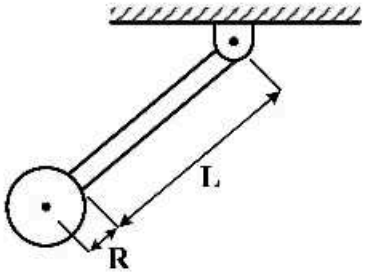
۱۰- سیم مستقیم طویلی حامل جریان I مطابق شکل در مجاورت یک قاب مثلثی از جنس رسانا قرار دارد. مثلث از نوع قائم‌الزاویه با زاویهٔ حاده ۶۰° و یک ضلع آن موازی سیم مستقیم است. القای متقابل این مجموعه کدام است؟



۱) $\frac{\mu_0 d}{\sqrt{3}\pi}(2\ln\frac{3}{2}+1)$
۲) $\frac{\sqrt{3}\mu_0 d}{2\pi}(3\ln3-1)$
۳) $\frac{\mu_0 d}{\sqrt{3}\pi}(3\ln3+2)$
۴) $\frac{\sqrt{3}\mu_0 d}{2\pi}(3\ln\frac{3}{2}-1)$

saednews.com

۱۱- یک آونگ شامل قرص یکنواختی به شعاع R و جرم m مطابق شکل به انتهای یک میله یکنواختی به طول L و جرم M متصل شده است. بسامد زاویه‌ای نوسانات کم دامنهٔ این آونگ کدام است؟



۱) $\left[\frac{\left(\frac{ML}{۲}+m(L+R)\right)g}{\frac{ML^۲}{۳}+m(\frac{۳}{۲}R^۲+L^۲+۲LR)}\right]^{\frac{۱}{۲}}$

۲) $\left[\frac{\left(\frac{ML}{۲}+m(L+R)\right)g}{\frac{ML^۲}{۳}+m(۲R^۲+L^۲+۲LR)}\right]^{\frac{۱}{۲}}$

۳) $\left[\frac{\left(\frac{ML}{۲}+m(L+R)\right)g}{\frac{ML^۲}{۱۲}+m(\frac{۳}{۲}R^۲+L^۲+۲LR)}\right]^{\frac{۱}{۲}}$

۴) $\left[\frac{(ML+m(L+R))g}{\frac{ML^۲}{۱۲}+m(۲R^۲+L^۲+۲LR)}\right]^{\frac{۱}{۲}}$

۱۲- در عمق ۶۰ cm زیر سطح آب استخری یک گوی از حال سکون رها می‌شود. اگر چگالی گوی ۰/۴ برابر چگالی آب و نیروی مقاوم وارد از آب به گوی ناچیز باشد، گوی پس از خروج از آب تا چه ارتفاعی از سطح آب برحسب سانتی‌متر پرتاب می‌شود؟

۱) ۴۰

۲) ۶۰

۳) ۹۰

۴) ۱۵۰

۱۳- مقداری جیوه در فشار یک اتمسفر و دمای صفر درجهٔ سانتی‌گراد موجود است. اگر در حجم ثابت دما را ۱۰°C افزایش دهیم فشار جیوه تقریباً چند اتمسفر افزایش می‌یابد؟ (ضریب انبساط حجمی در فشار ثابت و ضریب تراکم هم دمای جیوه به‌ترتیب مقادیر ثابت $\beta_p = ۱/۹\times۱۰^{-۴}\ K^{-۱}$ و $K_T = ۳/۸\times۱۰^{-۱۱}\ Pa^{-۱}$ است.)

۱) ۵۰

۲) ۲

۳) ۲۰

۴) ۵۰۰

saednews.com

۱۴- پراشیدگی نور تک‌فام لیزری با طول موج $\lambda = 660\,nm$ از روی یک روزنه اولین می‌نیمم تاریک را دقیقاً در همان محلی می‌دهد که پراشیدگی نور تک‌فام لیزری با رنگ دیگر اولین ماکزیمم روشن را ایجاد می‌کند. طول موج لیزر دوم چند نانومتر است؟

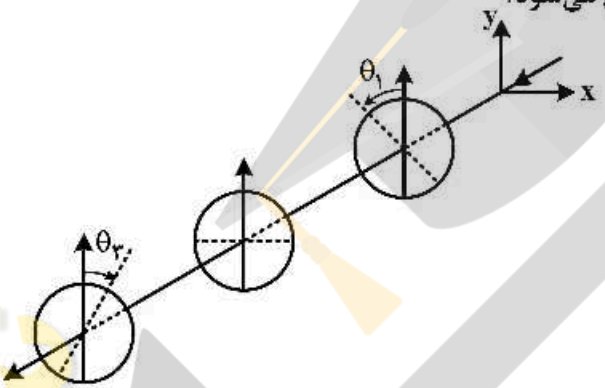
۱) ۳۳۰

۲) ۴۴۰

۳) ۹۹۰

۴) ۱۳۲۰

۱۵- مجموعه‌ای از ۳ صفحه قطبنده خطی موازی یکدیگر مطابق شکل چنان قرار گرفته‌اند که راستای قطبش صفحهٔ اول $\theta_1 = 30^\circ$ (در جهت پاد ساعتگرد) و راستای قطبش صفحهٔ دوم موازی راستای x و راستای قطبش صفحهٔ سوم $\theta_3 = 60^\circ$ (در جهت ساعتگرد) است. پرتو نور غیر قطبیده‌ای به‌طور عمودی به این مجموعه وارد می‌شود. چه کسری از شدت نور تابشی ورودی از مجموعه خارج می‌شود؟



۱) $\frac{\sqrt{3}}{4}$

۲) $\frac{3}{16}$

۳) $\sqrt{\frac{3}{8}}$

۴) $\frac{3}{8}$

۱۶- دو عملگر $\hat{A}$ و $\hat{B}$ دارای خاصیت $\hat{A}f(q) = f(q+\ell)$ و $\hat{B}f(q) = f(-q)$ هستند. حاصل $\exp(\hat{A}\,\hat{B}\,\hat{A}^2\,\hat{B}\,\hat{A})f(q)$ کدام است؟

۱) $e^{1} f(q)$

۲) $e^{-1} f(q)$

۳) $e^{\frac{q}{\ell}} f(q)$

۴) $e^{\frac{q}{\ell}} f(q)$

۱۷- هامیلتونی دستگاهی به‌صورت $H = \epsilon_1 a^\dagger a + \epsilon_2 b^\dagger b + \epsilon_{12}(a^\dagger b + b^\dagger a)$ است. عملگرهای a و b در روابط جابه‌جاگری $[a,b] = [a,b^\dagger] = 0$ و پاد جابه‌جاگری $\{a,a\} = \{b,b\} = 0$ و $\{a,a^\dagger\} = \{b,b^\dagger\} = 1$ صدق می‌کنند. اگر عملگر N به شکل $N = a^\dagger a + b^\dagger b$ تعریف شود، در تصویر هایزنبرگ حاصل $\frac{dN}{dt}$ کدام است؟

۱) صفر

۲) $\frac{i\epsilon_{12}}{h}(a^\dagger b + b^\dagger a)$

۳) $\frac{4i\epsilon_{12}}{\hbar}(a^\dagger a b^\dagger b)$

۴) $\frac{i\epsilon_{12}}{\hbar}(a^\dagger b - b^\dagger a)$

saednews.com

۱۸- یک ذره با اسپین $\frac{۱}{۲}$ با ممان مغناطیسی μ در میدان مغناطیسی وابسته به زمان $\vec{B}(t)$ که در راستای z است قرار می‌گیرد. اگر در لحظه $t = ۰$ بردار حالت ذره $\begin{pmatrix} \cos\alpha & e^{-i\beta} \\ \sin\alpha & e^{i\beta} \end{pmatrix}$ باشد، راستای $\hat{n}$ که اندازه‌گیری اسپین در آن راستا در لحظه دلخواه $t > ۰$ مقدار $+\frac{\hbar}{۲}$ را نتیجه دهد، کدام است؟ (θ و φ راستای $\hat{n}$ را در مختصات کروی مشخص می‌کنند.)

۱) $\theta = ۲\alpha\ ,\ \varphi = ۲\beta + \frac{۲\mu}{h}B(t)$

۲) $\theta = ۲\alpha\ ,\ \varphi = ۲\beta + \frac{۲\mu}{h}\int_{۰}^{t} B(t')\,dt'$

۳) $\theta = \alpha\ ,\ \varphi = \beta + \frac{\mu}{\hbar}B(t)$

۴) $\theta = \alpha\ ,\ \varphi = \beta + \frac{\mu}{\hbar}\int_{۰}^{t} B(t')\,dt'$

۱۹- ذره‌ای به جرم m درون استوانه‌ای به شعاع a و ارتفاع L محبوس است. در دستگاه مختصاتی که محور z منطبق بر محور استوانه و مبدأ مختصات منطبق بر مرکز قاعده پایین استوانه باشد، تابع موج ذره در مختصات استوانه‌ای کدام است؟ (A ضریب بهنجارش، $J_m(x)$ و $N_m(x)$ توابع بسل و نویمن مرتبه m و k_{mv} برابر با vامین صفر تابع $J_m(x)$ یا $N_m(x)$ است. $\nabla^۲ = \frac{۱}{\rho}\frac{\partial}{\partial\rho}(\rho\frac{\partial}{\partial\rho}) + \frac{۱}{\rho^۲}\frac{\partial^۲}{\partial\varphi^۲} + \frac{\partial^۲}{\partial z^۲}$)

۱) $\psi(\rho,\varphi,z) = A\,N_m\left(\frac{k_{mv}}{a}\rho\right)\sinh\left(\frac{n\pi z}{L}\right)\sin(m\varphi)$

۲) $\psi(\rho,\varphi,z) = A\,J_m\left(\frac{k_{mv}}{a}\rho\right)\sinh\left(\frac{n\pi z}{L}\right)e^{im\varphi}$

۳) $\psi(\rho,\varphi,z) = A\,N_m\left(\frac{k_{mv}}{a}\rho\right)\sin\left(\frac{n\pi z}{L}\right)\sin(m\varphi)$

۴) $\psi(\rho,\varphi,z) = A\,J_m\left(\frac{k_{mv}}{a}\rho\right)\sin\left(\frac{n\pi z}{L}\right)e^{im\varphi}$

۲۰- ویژه حالت تکانه زاویه‌ای مداری $|\ell = ۲\ ,\ m = ۰\rangle$ را در نظر بگیرید. فرض کنید این حالت به اندازهٔ θ حول محور y دوران یابد. $p(m)$ احتمال به‌دست آوردن حالت‌های جدید در ±۲ و ±۱ و $m = ۰$ کدام است؟

۱) $p(۰) = \cos^۲\theta\ ,\ p(\pm۱) = \frac{۱}{۴}\sin^۲\theta\cos^۲\theta\ ,\ p(\pm۲) = \frac{۱}{۲}\sin^۲\theta$

۲) $p(۰) = \cos^۲ ۰\ ,\ p(\pm۱) = \frac{۱}{۲}\sin^۲ ۰\cos^۲ ۰\ ,\ p(\pm۲) = \frac{۱}{۴}\sin^۲ ۰$

۳) $p(۰) = \frac{۱}{۴}(۳\cos^۲\theta - ۱)^۲\ ,\ p(\pm۱) = \frac{۳}{۲}\sin^۲\theta\cos^۲\theta\ ,\ p(\pm۲) = \frac{۳}{۸}\sin^۴\theta$

۴) $p(۰) = \frac{۱}{۴}(۳\cos^۲ ۰ - ۱)^۲\ ,\ p(\pm۱) = \frac{۳}{۸}\sin^۲ ۰\cos^۲ ۰\ ,\ p(\pm۲) = \frac{۳}{۲}\sin^۴ ۰$

saednews.com

۲۱- اگر H هامیلتونی یک سیستم کوانتومی باشد، کدام سیستم دارای هر دو تقارن پاریته و وارونی زمان است؟ (α، β، γ، ξ و δ ضرایب حقیقی و $\vec{r}$ عملگر مکان، $\vec{p}$ عملگر تکانه خطی، $\vec{L}$ عملگر تکانه زاویه‌ای مداری و $\vec{S}$ عملگر اسپین ذاتی است.)

۱) $H = \alpha \vec{p}.\vec{r} - \frac{\gamma}{r}\vec{r}.\vec{S}$

۲) $H = \frac{p^2}{2m} + \frac{\beta}{r}\vec{L}.\vec{S}$

۳) $H = \alpha \vec{r}.\vec{p} + \frac{\delta}{r^2}\vec{L}.\vec{S}$

۴) $H = \frac{p^2}{2m} + \xi\,\vec{p}.\vec{L}$

۲۲- ذره‌ای به جرم m در لحظهٔ $t = 0$ ابتدا در حالت پایه چاه پتانسیل یک بُعدی بی‌نهایت که دیواره‌هایش در $x = 0$ و $x = a$ است، قرار دارد. این ذره در بازه $0 \le t < \infty$ تحت تأثیر پتانسیل اختلالی وابسته به زمان $V(x,t) = \beta x^2 e^{-t/\tau}$ قرار می‌گیرد که τ و β ثابت‌های مثبتی هستند. تا مرتبه اول اختلال وابسته به زمان، احتمال این‌که در $t \to \infty$ ذره در اولین حالت برانگیخته انرژی باشد، چقدر است؟ [اگر $\langle x|1\rangle$ و $\langle x|2\rangle$ توابع موج حالت پایه و اولین حالت برانگیخته ذره در چاه پتانسیل یک بعدی نامتناهی باشند $\langle 2|x^2|1\rangle = -\frac{16\,a^2}{9\,\pi^2}$.]

۱) $\left(\frac{16a^2\tau\beta}{3\hbar\pi}\right)^2\left(1+\frac{3h^2\pi^2\tau^2}{4m^2a^4}\right)^{-1}$

۲) $\left(\frac{4a^2\tau\beta}{9h\pi^2}\right)^2\left(1+\frac{9\hbar^2\pi^2\tau^2}{2m^2a^4}\right)^{-1}$

۳) $\left(\frac{4a^2\tau\beta}{3\hbar\pi^2}\right)^2\left(1+\frac{3h^2\pi^4\tau^2}{2m^2a^4}\right)^{-1}$

۴) $\left(\frac{16a^2\tau\beta}{9h\pi^2}\right)^2\left(1+\frac{9\hbar^2\pi^4\tau^2}{4m^2a^4}\right)^{-1}$

saednews.com

۲۳- در پراکندگی کشسان ذره‌ای به جرم m با انرژی $E=\frac{\hbar^2k^2}{2m}$ و تکانه زاویه‌ای $\ell=0$ (پراکندگی موج S) از پتانسیل متقارن و کروی $V(r)=\begin{cases}-V_0 & 0<r\le a\\ 0 & r\ge a\end{cases}$، $(V_0>0)$ تابع موج شعاعی در ناحیه $0<r\le a$ به‌صورت $R(r)=C_1\frac{\sin(qr)}{r}$ و در ناحیه $r\ge a$ به‌صورت $R(r)=C_2\frac{\sin(kr+\delta_0)}{r}$ است که $q^2=\frac{2m(E+V_0)}{\hbar^2}$. سطح مقطع کل پراکندگی در انرژی‌های پایین $E\ll V_0$ کدام است؟

۱) $\pi a^2\left(\frac{\tan(qa)}{qa}+1\right)^2$

۲) $4\pi a^2\left(\frac{\tan(qa)}{qa}+1\right)^2$

۳) $\pi a^2\left(\frac{\tan(qa)}{qa}-1\right)^2$

۴) $4\pi a^2\left(\frac{\tan(qa)}{qa}-1\right)^2$

۲۴- بار نقطه‌ای Q در فاصله d از مرکز یک پوستهٔ رسانای کروی به شعاع $R\,(d>R)$ که در پتانسیل صفر نگه داشته شده است، قرار دارد. کار لازم برای بردن بار نقطه‌ای Q به فاصله بی‌نهایت از مرکز پوسته کروی چقدر است؟

۱) $\frac{Q^2R}{8\pi\epsilon_0(d^2-R^2)}$

۲) $\frac{Q^2R}{4\pi\epsilon_0(d^2-R^2)}$

۳) $-\frac{Q^2R}{8\pi\epsilon_0(d^2-R^2)}$

۴) $-\frac{Q^2R}{4\pi\epsilon_0(d^2-R^2)}$

saednews.com

۲۵- پتانسیل الکتریکی در فضای بین دو صفحهٔ تخت نامتناهی رسانا واقع در $z=0$ و $z=L$ که بار نقطه‌ای q در نقطهٔ $z=z_0$ $(0<z_0<L)$ از این فضا قرار دارد برحسب توابع بسل I_0 و K_0 کدام است؟ (دو صفحهٔ تخت رسانا در پتانسیل الکتریکی صفر نگه داشته شده‌اند.)

۱) $\frac{q}{\pi\epsilon_0 L}\sum_{n=1}^{\infty}\sin\left(\frac{2n\pi z_0}{L}\right)\sin\left(\frac{2n\pi z}{L}\right)K_0\left(\frac{2n\pi\rho}{L}\right)$

۲) $\frac{q}{\pi\epsilon_0 L}\sum_{n=1}^{\infty}\sin\left(\frac{n\pi z_0}{L}\right)\sin\left(\frac{n\pi z}{L}\right)I_0\left(\frac{n\pi\rho}{L}\right)$

۳) $\frac{q}{\pi\epsilon_0 L}\sum_{n=1}^{\infty}\sin\left(\frac{n\pi z_0}{L}\right)\sin\left(\frac{n\pi z}{L}\right)K_0\left(\frac{n\pi\rho}{L}\right)$

۴) $\frac{q}{\pi\epsilon_0 L}\sum_{n=1}^{\infty}\sin\left(\frac{2n\pi z_0}{L}\right)\sin\left(\frac{2n\pi z}{L}\right)I_0\left(\frac{2n\pi\rho}{L}\right)$

۲۶- بار الکتریکی Q به‌صورت غیریکنواخت روی سطح کره‌ای به شعاع R متناسب با $\sin^2\theta\cos^2\varphi$ توزیع شده است. θ و φ زاویه قطبی و سمتی در دستگاه مختصات کروی است که مبدأ آن منطبق بر مرکز کره است. بردار گشتاور دو قطبی الکتریکی وابسته به این توزیع بار کدام است؟

۱) صفر

۲) $\frac{QR}{8}(3\hat{i}-2\hat{j})$

۳) $\frac{QR}{8}(3\hat{i}+\hat{k})$

۴) $\frac{3QR}{4}\hat{i}$

۲۷- برای یک توزیع بار حجمی در فضا با چگالی $\rho(\vec{r})=\rho_0\left(\frac{r}{R}\right)^2 e^{-\frac{r}{R}}\cos^2\theta$، کدام‌یک از گشتاورهای چند قطبی کروی q_{lm} غیرصفراند؟ ((r,θ,φ) مختصات کروی یک نقطه از فضا است.)

$$Y_{00}=\frac{1}{\sqrt{4\pi}}\ ,\ Y_{10}=\sqrt{\frac{3}{4\pi}}\cos\theta\ ,\ Y_{20}=\frac{1}{2}\sqrt{\frac{5}{4\pi}}(3\cos^2\theta-1)\ ,\ Y_{30}=\frac{1}{2}\sqrt{\frac{7}{4\pi}}(5\cos^2\theta-3)\cos\theta$$

۱) q_{20} ، q_{10} ، q_{00}

۲) q_{30} ، q_{10}

۳) q_{30} ، q_{20} ، q_{10}

۴) q_{20} ، q_{00}

saednews.com

۲۸- اگر $\Phi(\vec{x},t)$ و $\vec{A}(\vec{x},t)$ به‌ترتیب پتانسیل‌های الکتریکی و مغناطیسی و $\rho(\vec{x},t)$ چگالی حجمی بار الکتریکی باشند، در چه شرایطی رابطهٔ $\nabla^2\Phi=-\frac{\rho}{\epsilon_0}$ در محیط خلأ برقرار است؟

۱) به شرط آن‌که $\vec{\nabla}.\dot{A}+\frac{1}{c^2}\frac{\partial\Phi}{\partial t}=0$ باشد.

۲) به شرط آن‌که $\vec{\nabla}\Phi+\frac{\partial\dot{A}}{\partial t}=0$ باشد.

۳) به شرط آن‌که $\vec{\nabla}.\vec{A}=0$ باشد.

۴) همواره برقرار است.

۲۹- یک موج تخت الکترومغناطیسی با بسامد زاویه‌ای ω از فضای آزاد با ضریب شکست $n=1$ عمود بر سطح یک ماده غیرمغناطیسی $(\mu=\mu_0)$ رسانا که رسانندگی آن σ است می‌تابد. ضریب شکست این ماده $n'=c\sqrt{\epsilon\mu}$ است که $\epsilon\simeq\frac{i\sigma}{\omega}$. اگر E_0 دامنه موج فرودی و E''_0 دامنه موج بازتابی باشد، کدام عبارت بیانگر ضریب بازتاب $R=\left|\frac{E''_0}{E_0}\right|^2$ برحسب عمق پوسته $\delta=\sqrt{\frac{2}{\mu_0\sigma\omega}}$ است؟

۱) $\frac{4c^4+2c^2\delta^2\omega^2}{(2c^2+2c\delta\omega+\delta^2\omega^2)^2}$

۲) $\frac{2c^2\delta^2\omega^2+\delta^4\omega^4}{(2c^2+2c\delta\omega+\delta^2\omega^2)^2}$

۳) $\frac{4c^4+2c^2\delta^2\omega^2+\delta^4\omega^4}{(2c^2+2c\delta\omega+\delta^2\omega^2)^2}$

۴) $\frac{4c^4+\delta^4\omega^4}{(2c^2+2c\delta\omega+\delta^2\omega^2)^2}$

saednews.com

۳۰- سرعت الکترونی به جرم m و بار الکتریکی $-e$ از مقدار اولیه v_0 با شتاب کند شونده ثابت a به صفر می‌رسد. چه کسری از انرژی جنبشی اولیه آن به‌صورت تابش تلف می‌شود؟ (فرض کنید $v_0 \ll c$)

۱) $\frac{2e^2\mu_0 a}{3\pi m v_0 c}$

۲) $\frac{e^2\mu_0 a}{3\pi m v_0 c}$

۳) $\frac{c^2 a v_0}{3\pi\varepsilon_0 c^3}$

۴) $\frac{c^2 a v_0}{6\pi\varepsilon_0 c^3}$

۳۱- دردمای $T \geq T_0$ رابطه فشار و حجم یک گاز غیر ایده‌آل به‌شکل $P = P_0 \mathrm{Ln}\frac{V}{V_0}$ است که V_0 و P_0 حجم و فشار گاز در دمای T_0 هستند . اگر ضریب‌های $\beta_0 = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$ و $K_0 = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$ ثابت باشند، در دمای $T > T_0$ رابطه فشار و دما کدام است؟

۱) $P = P_0 + \frac{\beta_0}{K_0}(T - T_0)$

۲) $P = P_0 + \frac{2\beta_0 P_0}{K_0 P_0 + 1}(T - T_0)$

۳) $P = P_0 + 2\frac{\beta_0}{K_0}(T - T_0)$

۴) $P = P_0 + \frac{\beta_0 P_0}{K_0 P_0 + 1}(T - T_0)$

۳۲- تابع پارش یک ذره به جرم m در یک چاه پتانسیل نامتناهی یک بعدی به عرض L در دمای T به‌صورت $Z = \sum_{n=1}^{\infty} e^{-\frac{\theta}{T}n^2}$ است که $\theta = \frac{\pi^2\hbar^2}{2mL^2 k_B}$. گرمای ویژه در حجم ثابت این دستگاه در حد دماهای پایین $T \ll \theta$ کدام است؟

۱) $3k_B\left(\frac{\theta}{T}\right)e^{-2\theta/T}$

۲) $4k_B\left(\frac{\theta}{T}\right)^2 e^{-2\theta/T}$

۳) $9k_B\left(\frac{0}{T}\right)^2 e^{-2\theta/T}$

۴) $2k_B\left(\frac{\theta}{T}\right)e^{-2\theta/T}$

saednews.com

۳۳- تعداد N نوسانگر هماهنگ یک بعدی یکسان کوانتومی با بسامد زاویه‌ای ω_0 در دمای T را درنظر بگیرید. اگر $k_B T \gg \hbar\omega_0$ باشد و ذرات برهمکنشی با یکدیگر نداشته باشند، انرژی متوسط این مجموعه کدام است؟

۱) $Nk_B T\left[1+\frac{1}{12}\left(\frac{\hbar\omega_0}{k_B T}\right)^2\right]$

۲) $Nk_B T\left[1+\frac{1}{3}\left(\frac{\hbar\omega_0}{k_B T}\right)\right]$

۳) $Nk_B T\left[1-\frac{1}{12}\left(\frac{\hbar\omega_0}{k_B T}\right)^2\right]$

۴) $Nk_B T\left[1-\frac{1}{3}\left(\frac{\hbar\omega_0}{k_B T}\right)\right]$

۳۴- یک گاز ایده‌ال کلاسیک متشکل از N مولکول دواتمی که هر یک ممان دوقطبی الکتریکی P_0 دارند ظرفی به حجم V را اشغال کرده‌اند. این گاز در یک میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}_0$ قرار دارد. با چشم پوشی از برهمکنش میان مولکول‌ها، قطبش الکتریکی این گاز در دمای T کدام است؟ $\left(\beta=\frac{1}{k_B T}\right)$

۱) $\frac{NP_0}{V}\left[\mathrm{Cosh}(\beta E_0 P_0)-\frac{1}{\beta E_0 P_0}\right]$

۲) $\frac{NP_0}{V}\left[\mathrm{Coth}(\beta E_0 P_0)+\frac{1}{\beta E_0 P_0}\right]$

۳) $\frac{NP_0}{V}\left[\mathrm{Cosh}(\beta E_0 P_0)+\frac{1}{\beta E_0 P_0}\right]$

۴) $\frac{NP_0}{V}\left[\mathrm{Coth}(\beta E_0 P_0)-\frac{1}{\beta E_0 P_0}\right]$

۳۵- معادله منحنی تبخیر آمونیاک در نزدیکی نقطهٔ سه‌گانه به‌صورت $\ln\frac{P}{P_0}=24-\frac{3000}{T}$ می‌باشد که T برحسب کلوین است. گرمای نهان تبخیر در نزدیکی نقطهٔ سه‌گانه چند $\frac{kJ}{mol}$ است؟ $\left(R=8/3\frac{J}{K.mol}\right)$

۱) ۲۵

۲) ۳۰

۳) ۷۵

۴) ۹۰

saednews.com

۳۶- احتمال این‌که دو ذره یکسان بدون برهم‌کنش هر یک به جرم m که از تابع توزیع ماکسولی سرعت‌ها پیروی می‌کنند، یکی سرعتی بین $\vec{V_1}$ و $\vec{V_1}+d\vec{V_1}$ و دیگری سرعتی بین $\vec{V_2}$ و $\vec{V_2}+d\vec{V_2}$ داشته باشند به شکل

$$P(\vec{V}_1, \vec{V}_2)d^3V_1d^3V_2 = \left(\frac{mk_BT}{2\pi\hbar^2}\right)^3 e^{-\frac{1}{2k_BT}\left(mV_1^2+mV_2^2\right)}d^3V_1d^3V_2$$

است. اگر $\vec{V} = \vec{V_1} - \vec{V_2}$ بردار سرعت نسبی دو ذره باشد، مقدار متوسط $\langle V\rangle$ چقدر است؟ $(V = |\vec{V}|)$

۱) $\sqrt{\frac{4k_BT}{\pi m}}$

۲) $\sqrt{\frac{8}{\pi}\frac{k_BT}{m}}$

۳) $\sqrt{\frac{16}{\pi}\frac{k_BT}{m}}$

۴) $\sqrt{\frac{32}{\pi}\frac{k_BT}{m}}$

۳۷- در دمای $1000K$ تراز انرژی $\in$ الکترون‌های اتم مس با احتمال $0/8$ اشغال شده است. اگر $\in_F = 7/00eV$ باشد، مقدار $\in$ بر حسب eV کدام است؟ (ثابت بولتزمن $k_B = 1/38\times10^{-23}\ J/K$ و $\ln 2 \approx 0/69$ است.)

۱) $6/31$

۲) $7/12$

۳) $6/88$

۴) $7/69$

۳۸- روش تشدید پارامغناطیسی الکترون (EPR) در چه موردی کاربرد ندارد؟

۱) تعیین درصد عناصر شیمیایی نانوذرات کلوئیدی

۲) تشخیص وجود الکترون آزاد (جفت نشده) درون قفس یک فولرین

۳) آشکارسازی حضور الکترون‌های رسانش در نانولوله‌ها برای تعیین فلزی یا نیمه‌رسانا بودن لوله‌ها

۴) شناسایی حفره‌های اکسیژنی به دام افتاده در نانوخوشه‌های نیمه‌رسانای دی‌اکسید تیتانیوم

۳۹- کدام عبارت در مورد انباشت به روش کندوپاش کاتدی نادرست است؟

(تخلیه تابان = Glow discharge، کندوپاش = Sputtering)

۱) در کندوپاش کاتدی با بسامد زیاد (hf)، کاتد می‌تواند از جنس عایق باشد.

۲) ماده‌ای که باید کندوپاش شود به‌عنوان کاتد به ولتاژی در حدود چند کیلوولت متصل می‌شود.

۳) فرایندکندوپاش در تخلیه تابان و در فشاری بین 10^{-3} torr تا 10^{-2} torr انجام می‌شود.

۴) در تخلیه تابان، یک افت کاتدی در ناحیه کاتد اتفاق می‌افتد که به نوع گاز و ماده کاتد بستگی ندارد.

saednews.com

۴۰- در سنتز شیمیایی نانوذرات کدام عامل بیشترین اثر را بر شکل ذرات تولید شده دارد؟
(پیرسازی = aging، فوق اشباع = supersaturation)
۱) سرعت جوانه‌زنی
۲) درجه فوق اشباع
۳) پایداری کلوئیدی
۴) تبلور مجدد و فرایند پیرسازی

۴۱- کدام روش برای به‌دست آوردن اطلاعات بلورشناسی لایه‌های سطح یک ماده معمولاً به‌کار گرفته نمی‌شود؟
۱) طیف‌سنجی پاشندگی انرژی پرتو ایکس (EDX)
۲) پراش ناشی از انعکاس الکترون پرانرژی (RHEED)
۳) پراش الکترون کم‌انرژی (LEED)
۴) میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)

۴۲- کدام عبارت در مورد نانولوله‌های BN نادرست است؟ (کندوسوز = ablation)
۱) مدول یانگ بزرگ در حدود یک تراپاسکال دارند.
۲) در تمام کایرالیته‌ها عایق الکتریکی باگافی در حدود ۵٫۵eV هستند.
۳) پایداری حرارتی ـ مکانیکی آن‌ها نسبت به نانولوله‌های کربنی بسیار ضعیف‌تر است.
۴) ضریب هدایت حرارتی بزرگ در حدود $۳۰۰۰ \frac{W}{m.K}$ دارند.

۴۳- نانوذرات کدام ترکیب در کامپوزیت‌هایی که برای ذخیره‌سازی هیدروژن ساخته شده‌اند، کاربردی ندارد؟
۱) $LaNi_5$
۲) $MgNi_2$
۳) $CoZr_2$
۴) Mg_2FeH_6

۴۴- کدام عبارت در مورد فروشاره‌ها (Ferrofluids) نادرست است؟
۱) کلوییدهایی از ذرات مغناطیسی نوعاً ۱۰ نانومتری تک حوزه‌ای هستند.
۲) مواد فرومغناطیس سختی هستند که میدان پسماند بزرگی دارند.
۳) وقتی میدان مغناطیسی DC با شدت کافی عمود بر لایهٔ شاره مغناطیسی اعمال شود، یک شبکه شش گوش دو بعدی از ستون‌های نانوذرات شکل می‌گیرد.
۴) وقتی نور قطبیده خطی بر لایهٔ شاره مغناطیسی که به آن یک میدان مغناطیسی DC موازی لایه اعمال می‌شود فرود آید، نور خروجی در سمت دیگر لایه قطبیده بیضوی است.

۴۵- کدام ویژگی درمورد سیلکون متخلخل (با تخلخل‌هایی در ابعاد ۲ تا ۵۰ نانومتر) نادرست است؟
۱) دارای خاصیت الکترولومینساس است به‌طوری‌که با اعمال ولتاژ به آن خاصیت لومینسانس نشان می‌دهد.
۲) تحرک (موبیلیته) الکترون‌های آزاد در آن بسیار کم‌تر از سیلیکون حجیم (بدون تخلخل) است.
۳) در دمای اتاق از خود یک فوتولومینانس قوی در محدودهٔ فروسرخ تا قرابنفش نشان می‌دهد.
۴) دارای یک فلورسانس ضعیف در بازهٔ ۹۶٪ تا ۱٫۲ الکترون ولت است.

saednews.com

سامانه اخبار و اطلاع رسانی دانشگاهی
ساعد نیوز