www.wikiazmoon.ir

wikiAzmoon

wikiazmoon.ir

www.wikiazmoon.ir

307

F

307F

نام

نام خانوادگی

محل امضاء

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

صبح جمعه
۹۱/۱/۲۵

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

آزمون ورودی
دوره‌های دکتری (نیمه متمرکز) داخل
در سال ۱۳۹۱

رشته‌ی
مجموع نانوفیزیک (کد ۲۲۳۷)

نام و نام خانوادگی داوطلب:	شماره داوطلبی:
تعداد سؤال: ۴۵	مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

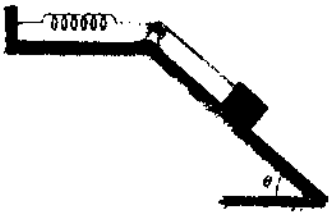
ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی (فیزیک پایه ۱ و ۲ و ۳، مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکترودینامیک، مکانیک آماری پیشرفته ۱، مبانی نانوتکنولوژی)	۴۵	۱	۴۵

فروردین سال ۱۳۹۱

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی‌باشد.

حق چاپ و تکثیر سؤالات پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱- جعبه ۵ کیلوگرمی مطابق شکل روی سطح شیبدار بدون اصطکاکی با زاویه شیب ۳۰° قرار دارد. جعبه توسط نخ سبکی که از روی قرقره سبکی می‌گذرد به فنری سبک با ثابت فنر $۵۰\frac{N}{M}$ متصل است. جعبه از حالت سکون در حالتی که فنر کشیده شده نیست رها می‌شود. سرعت جعبه هنگامی که ۲۰ سانتی‌متر روی سطح شیب دار پایین آمده است تقریباً چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ اصطکاک در محور قرقره ناچیز است. $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$



۱) ۱۲/۶

۲) ۱۴/۲

۳) ۱۵/۵

۴) ۱۷/۳

۲- کاری که نیروی $\vec{F} = ۲x\hat{i} + ۳\hat{j}$ در جابجایی یک ذره از مکان $\vec{r}_۱ = ۲\hat{i} + ۳\hat{j}$ به مکان $\vec{r}_۲ = -۴\hat{i} - ۳\hat{j}$ انجام می‌دهد چند ژول است؟ نیرو بر حسب نیوتن، x بر حسب متر و $\vec{r}_۱$ و $\vec{r}_۲$ بر حسب متر داده شده‌اند.

۱) -۹

۲) -۱۲

۳) ۳

۴) ۶

۳- اتومبیلی از حالت سکون با توان ثابت p مسیر مستقیمی به مسافت D را در زمان T طی می‌کند. اگر توان این اتومبیل به اندازه Δp افزایش یابد، مدت زمان طی همان مسیر چه اندازه تغییر می‌کند؟

۱) $-\frac{T}{۲}\frac{\Delta p}{p}$

۲) $-\frac{۲}{۳}T\frac{\Delta p}{p}$

۳) $-T\frac{\Delta p}{p}$

۴) $-\frac{T}{۳}\frac{\Delta p}{p}$

۴- گلوله‌ای توپر روی یک سطح شیبدار با زاویه شیب ۳۰° با تندی اولیه $۲۰\frac{m}{s}$ و سرعت زاویه‌ای اولیه $۴۰\frac{rad}{s}$ روی این سطح به سمت بالا به حرکت غلتشی در می‌آید. وقتی گلوله به بالاترین نقطه در مسیر خود می‌رسد تقریباً چند دور به دور خود چرخیده است؟

۱) ۲

۲) ۸/۹

۳) ۱۰/۳

۴) ۱۷/۸

۵- شعاع یک ستاره کروی شکل چرخان به دور خود به سبب جاذبه ذرات در حال کاهش است. در صورتی که شعاع ستاره به $\frac{۱}{۳}$ شعاع اولیه خود برسد نسبت انرژی دورانی جدید آن نسبت به انرژی دورانی اولیه کدام است؟

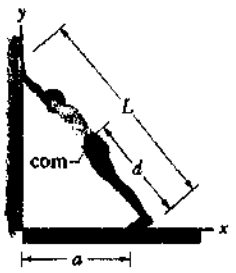
۱) $\frac{۱}{۹}$

۲) ۱

۳) ۳

۴) ۹

۶- در شکل زیر یک کوهنورد دست خود را به روی دیواره یخی با اصطکاک ناچیز تکیه داده است. فاصله مرکز جرم شخص تا کف پا $d=۹۶\,cm$ ، $L=۲۰۰cm$ و $a=۱۰۰cm$ است. اگر شخص در آستانه لغزیدن باشد، اندازه ضریب اصطکاک ایستایی میان کفش و زمین چقدر است؟



۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۶}$

۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

۳) $\frac{۴\sqrt{۳}}{۲۵}$

۴) $\frac{۱۲\sqrt{۳}}{۲۵}$

۷- ماهواره‌ای به جرم $۶۸kg$ در مدار دایروی به دور کره زمین در ارتفاع $۴۰۰\ km$ از سطح زمین می‌چرخد. انرژی مکانیکی ماهواره بر حسب مگاژول چیست؟ شعاع زمین را $۶۴۰۰\ km$ و شتاب جاذبه در سطح زمین $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ فرض کنید.

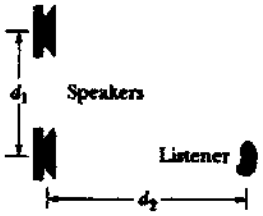
۱) -۲۰۴۸

۲) -۱۰۲۴

۳) ۱۰۲۴

۴) ۲۰۴۸

۸- دو بلندگوی مشابه به فاصله $d_1 = 6m$ از هم قرار دارند. اگر دامنه موجی که از دو بلندگو به گوش شنونده می‌رسد تقریباً برابر باشد حداقل فرکانس بلندگوها چند هرتز باشد تا کمترین سیگنال به شنونده برسد؟ فاصله گوش شنونده که در مقابل یکی از دو بلندگو قرار دارد $d_2 = 8cm$ و سرعت صوت در هوا $340\frac{m}{s}$ است.



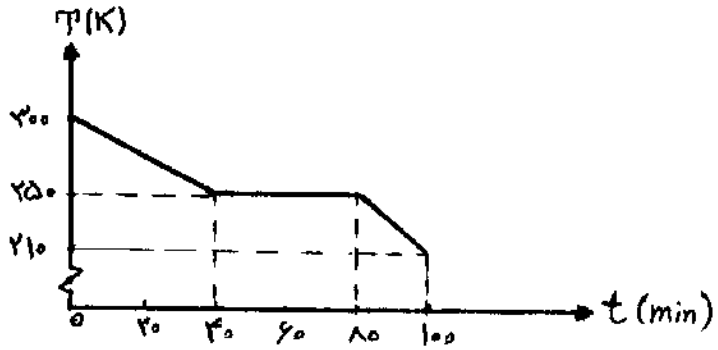
۱) ۱۷۰

۲) ۸۵

۳) ۲۵۵

۴) ۳۴۰

۹- یک نمونه ۰/۵ کیلوگرمی در یک دستگاه سردکننده که انرژی را به صورت حرارت با آهنگ ثابت خارج می‌کند قرار گرفته است. نمودار دمای نمونه بر حسب زمان مطابق شکل زیر است. در حین این سرمایش نمونه منجمد می‌شود. اگر گرمای ویژه نمونه در فاز مایع اولیه خود $2400\frac{J}{kgK}$ باشد، گرمای ویژه نمونه در فاز جامد چند $\frac{J}{kgK}$ است؟



۱) ۱۵۰۰

۲) ۱۶۰۰

۳) ۲۱۰۰

۴) ۲۸۰۰

۱۰- قطعه‌ای از آلومینیم به جرم ۳۲۰ گرم و دمای $200^\circ C$ داخل ظرفی حاوی ۸۰ گرم آب در دمای $25/2^\circ C$ انداخته می‌شود. ظرف کاملاً از لحاظ حرارتی ایزوله است. پس از رسیدن به تعادل تغییر آنتروپی مجموعه قطعه+آب چند $\frac{J}{K}$ است؟ انتقال حرارت فقط میان آب و قطعه آلومینیومی فرض شود. گرمای ویژهٔ آلومینیم $900\frac{J}{kgK}$ است.

$\ln 10 = 2/3$ و $\ln 2 = 0/69$

۱) ۷۲-

۲) صفر

۳) ۱۱۷/۷۶

۴) ۲۵۰/۲۴

۱۱- بسامد زاویه‌ای نوسانات کم دامنهٔ یک دوقطبی الکتریکی $\vec{p}$ با ممان اینرسی I حول مکان تعادلی آن در یک میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ چند $\frac{rad}{s}$ است؟ $|\vec{p}| = ۱۰^{-۲۵}\ C.m$ ، $I = ۱۰^{-۳۰}\ kg.m^۲$ ، $E = ۱۰۰۰\frac{V}{m}$

۱) $۱۰^۲$

۲) $۱۰^۴$

۳) $۱۰^۶$

۴) $۱۰^۸$

۱۲- توزیع بار کروی غیریکنواختی میدان الکتریکی با مقدار $E = \alpha r^۵$ و به صورت شعاعی و به سمت خارج از مرکز کره ایجاد می‌کند. r فاصله یک نقطه از مرکز کره و α مقدار ثابتی است. چگالی توزیع بار حجمی کدام است؟

۱) $(۳\varepsilon_۰\alpha)r^۲$

۲) $(۸\varepsilon_۰\alpha)r^۵$

۳) $(۷\varepsilon_۰\alpha)r^۴$

۴) $(۱۴\varepsilon_۰\alpha)r^۴$

۱۳- سیم مسی استوانه‌ای به شعاع $۵\ cm$ حامل جریان $۱۰\ A$ است که به طور یکنواخت در سطح مقطع سیم توزیع شده است. انرژی مغناطیسی ذخیره شده در داخل این سیم و در واحد طول آن چند ژول بر متر است؟

۱) $۶/۲۵\times۱۰^{-۱۰}$

۲) $۷/۵\times۱۰^{-۸}$

۳) ۵×۱۰^{-۷}

۴) $۲/۵\times۱۰^{-۶}$

۱۴- سیم استوانه‌ای رسانای بسیار بلندی به شعاع داخلی $a = ۲cm$ و شعاع خارجی $b = ۵cm$ حامل جریانی در امتداد محور استوانه در نظر بگیرید. چگالی جریان در سطح مقطع سیم به صورت $J = ۱۰^۶\ r$ است که r فاصله از محور استوانه بر حسب متر و J چگالی جریان بر حسب $\frac{A}{m^۲}$ است. اندازه میدان مغناطیسی در نقطه ای به فاصله ۳ سانتی‌متر از محور استوانه تقریباً چند گاوس است؟

۱) ۰/۲۱

۲) ۲/۶

۳) ۱۸

۴) ۳۷

۱۵- طول موج امواج الکترومغناطیسی گسیل شده از یک سیستم نوسانگر آنتن که در آن $L = ۵۰\mu H$ و $C = ۳/۲pF$ است، تقریباً کدام است؟

۱) $۱/۳cm$

۲) $۴۸\mu m$

۳) $۱۲۰m$

۴) $۷۵۰m$

۱۶- میله قائمی به طول ۶ متر داخل استخری پر از آب قرار دارد به طوری که ۱/۵ متر از آن خارج از آب است. طول سایه این میله در کف استخر تقریباً چند متر است؟ نور خورشید با زاویه ۶۰° نسبت به سطح افقی می‌تابد.

۱) ۱/۸

۲) ۲/۷

۳) ۴/۷

۴) ۶/۴

۱۷- یک حباب صابون در هوا به ضخامت ۷۰۰ نانومتر و ضریب شکست ۱/۴ تحت تابش عمودی قرار می‌گیرد. برای چه طول موجهایی در بازهٔ ۳۵۰ تا ۸۰۰ نانومتر بازتاب از حباب صفر خواهد بود؟

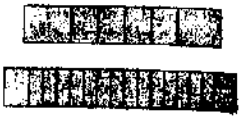
۱) ۴۹۰

۲) $۳۹۲-۶۵۳/۳$

۳) $۳۹۲-۴۹۰-۶۵۳/۳$

۴) $۳۵۶/۴-۴۳۵/۵-۵۶۰-۷۸۴$

۱۸- در شکل زیر فرانژهای روشن در نوار مرکزی در دو آزمایش پراش از دو شکاف A و B نشان داده شده است. طول موج نور استفاده شده در دو آزمایش یکسان است. اگر d_A پهنای هر یک از دو شکاف و D_A فاصله دو شکاف از هم در آزمایش A و d_B پهنای هر یک از دو شکاف و D_B فاصله دو شکاف از هم در آزمایش B باشد. کدام عبارت درست است؟



۱) $D_A < D_B, d_A > d_B$

۲) $D_A < D_B, d_A < d_B$

۳) $D_A > D_B, d_A > d_B$

۴) $D_A > D_B, d_A < d_B$

۱۹- الکترونی با انرژی دورانی MeV ۱۲ حول میدان مغناطیسی یکنواخت با اندازه ۴ تسلا دوران می‌کند. دوره تناوب چرخش الکترون تقریباً چند نانو ثانیه است؟

۱) $۸/۸\times۱۰^{-۳}$

۲) $۳/۵\times۱۰^{-۴}$

۳) ۰/۲۲

۴) ۳/۲

۲۰- انرژی فرمی مس برابر ۷ الکترون ولت است. در دمای K ۱۰۰۰ انرژی تراز که احتمال اشغال آن توسط یک الکترون ۰/۹ می‌باشد چند الکترون ولت است؟ $\ln ۳ = ۱/۱$ و $k_B = ۱/۳۸\times۱۰^{-۲۳}\ \frac{J}{K}$

۱) ۶/۸۱

۲) ۴

۳) ۶/۰۵

۴) ۷/۱۹

۲۱- باریکه‌ای از ذرات با اسپین $\frac{۱}{۲}$ از سه دستگاه اشترن گرلاخ زیر می‌گذرد. دستگاه اول ذرات دارای $S_z = \frac{\hbar}{۲}$ را عبور می‌دهد و $S_z = -\frac{\hbar}{۲}$ را سد می‌کند. دستگاه دوم ذرات دارای $S_{\hat{n}} = \frac{\hbar}{۲}$ را عبور می‌دهد و $S_{\hat{n}} = -\frac{\hbar}{۲}$ را سد می‌کند. دستگاه سوم ذرات دارای $S_{\hat{m}} = \frac{\hbar}{۲}$ را عبور می‌دهد و $S_{\hat{m}} = -\frac{\hbar}{۲}$ را سد می‌کند که $\hat{n} = \frac{۱}{\sqrt{۲}}(\hat{j}+\hat{k})$ و $\hat{m} = \frac{۱}{\sqrt{۳}}\hat{i} + \sqrt{\frac{۲}{۳}}\hat{j}$. اگر شدت باریکه‌ای که از دستگاه اول خارج می‌شود I باشد، شدت باریکه خروجی از دستگاه سوم چقدر است؟

۱) ۰/۴I

۲) ۰/۵I

۳) ۰/۶I

۴) ۰/۷I

۲۲- دو پتانسیل برداری $\vec{A}_۱ = (-By, Bx, ۰)$ و $\vec{A}_۲ = (-۲By, ۰, ۰)$ با یک تبدیل پیمانه‌ای و از طریق $\vec{A}_۲ - \vec{A}_۱ = \vec{\nabla}\Lambda$ به هم مربوط‌اند. حاصل $e^{-\frac{ie}{\hbar c}\Lambda}\ \vec{P}\ e^{\frac{ie}{\hbar c}\Lambda}$ کدام است؟ ($\vec{P}$ عملگر تکانه خطی است.)

۱) $\vec{P} \pm \frac{eB}{۲c}(y\hat{i} + x\hat{j})$

۲) $\vec{P} \pm \frac{eB}{c}(y\hat{i} + x\hat{j})$

۳) $\vec{P} \pm \frac{cB}{c}(x\hat{i} + y\hat{j})$

۴) $\vec{P} \pm \frac{eB}{۲c}(x\hat{i} + y\hat{j})$

۲۳- دستگاهی متشکل از سه آنسامبل خالص از ذرات با اسپین $\frac{۱}{۲}$ شامل: ۳۵٪ از $|S_z,+>$، ۵۰٪ از $|S_z,->$ و ۱۵٪ از $|S_x,+>$ در نظر بگیرید. میانگین آنسامبلی $[S_x]$ چقدر است؟

۱) $\frac{۳\hbar}{۱۰}$

۲) $\frac{۳\hbar}{۱۵}$

۳) $\frac{۳\hbar}{۲۰}$

۴) $\frac{۳\hbar}{۴۰}$

۲۴- اگر $\psi_\alpha(\vec{x})=<\vec{x}|\alpha>$ و $\phi_\alpha(\vec{p})=<\vec{p}|\alpha>$ تابع موج در فضای مکان و تکانه و Θ و π به ترتیب عملگر وارون زمان و پاریته باشد، کدام گزینه نادرست است؟

۱) $<\vec{x}|\Theta\pi|\alpha>=\psi^*_\alpha(-\vec{x})$

۲) $<\vec{p}|\pi\Theta|\alpha>=\phi^*_\alpha(-\vec{p})$

۳) $<\vec{p}|\pi|\alpha>=\phi_\alpha(-\vec{p})$

۴) $<\vec{x}|\Theta|\alpha>=\psi^*_\alpha(\vec{x})$

۲۵- یک اتم پوزیترونیوم (که از ناپایداری آن صرفنظر می‌کنیم) در حالت پایه انرژی با تکانه زاویه‌ای کل ۱ و مؤلفه‌ی z تکانه زاویه‌ای کل ۰ در نظر بگیرید. در لحظهٔ $t=۰$ میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}=B\hat{z}$ بر اتم اعمال می‌شود. میدان مغناطیسی آن قدر قوی هست که از بر هم کنش اسپین ـ اسپین می‌توان چشم پوشی کرد. تا اولین مرتبه اختلال وابسته به زمان تابع حالت اتم پوزیترونیوم در لحظهٔ t کدام است؟

۱) $\frac{۱}{\sqrt{۲}}\left(۱-\frac{i|e|B}{۲m_ec}t\right)|+->+\frac{۱}{\sqrt{۲}}\left(۱+\frac{i|e|B}{۲m_ec}t\right)|-+>$

۲) $\frac{۱}{\sqrt{۲}}\left(۱-\frac{i|e|B}{m_ec}t\right)|+->+\frac{۱}{\sqrt{۲}}\left(۱+\frac{i|e|B}{m_ec}t\right)|-+>$

۳) $|+->+\frac{i|e|B}{m_ec}t|-+>$

۴) $|+->+\frac{i|e|B}{۲m_ec}t|-+>$

www.sanjeshEtakmili.com سنجش تکمیلی دانشگاه پیام نور

۲۶- در پراکندگی کشسان ذره‌ای به جرم **m** و انرژی $\left(k=\sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}}E\right)$ در پتانسیل کروی $V(r)=V_0 a\,\delta(r-a)$ شرط اینکه موج $l=0$ تنها جملهٔ غالب در دامنهٔ پراکندگی، $f(\theta)$، باشد کدام است؟

۱) $\cot g(ka+\delta_0)=\cot g\,ka+\frac{V_0}{E}ka$

۲) $tg(ka+\delta_0)=tg\,ka+\frac{V_0}{E}ka$

۳) $\cot g(ka+\delta_0)=\cot g\,ka+\left(\frac{V_0}{E}\right)^2 ka$

۴) $tg(ka+\delta_0)=tg\,ka+\left(\frac{V_0}{E}\right)^2 ka$

۲۷- بار الکتریکی به صورت یکنواخت با چگالی سطحی σ بر روی سطح قرص عایقی به شعاع **R** که در صفحه $x-y$ واقع است توزیع شده است. مبدأ مختصات در مرکز قرص قرار دارد. اگر $\theta(x)$ تابع پله‌ای و $\delta(x)$ تابع دلتای دیراک باشد، معادلهٔ پواسون این توزیع بار در دستگاه مختصات استوانه‌ای کدام است؟ $\theta(x)=\begin{cases}1 & x\geq 0\\ 0 & x<0\end{cases}$

۱) $\nabla^2\phi=-\frac{\sigma R}{\varepsilon_0\rho}\theta(R-\rho)\,\delta(z)$

۲) $\nabla^2\phi=-\frac{\sigma R^2}{2\varepsilon_0\rho}\,\delta(R-\rho)\,\delta(z)$

۳) $\nabla^2\phi=-\frac{\sigma R}{2\varepsilon_0\rho}\theta(R-\rho)\,\delta(z)$

۴) $\nabla^2\phi=-\frac{\sigma R^2}{\varepsilon_0\rho}\delta(R-\rho)\,\delta(z)$

۲۸- پتانسیل الکتریکی روی سطح یک پوسته کروی به شعاع a که مرکز آن منطبق بر مبدأ مختصات است در مختصات کروی به شکل، $V(\theta)=\begin{cases}2V & 0\le\theta<\frac{\pi}{2}\\ -V & \frac{\pi}{2}<\theta\le\pi\end{cases}$ است. پتانسیل الکتریکی در نقاط خارج پوسته تا مرتبهٔ $\left(\frac{a}{r}\right)^3$ کدام است؟

$P_2(x)=\frac{1}{2}(3x^2-1)\ ,\ P_1(x)=x\ \ ,\ \ P_0(x)=1$

۱) $\phi(r,\theta)\approx V\left(\frac{1}{2}\left(\frac{a}{r}\right)+\frac{9}{4}\left(\frac{a}{r}\right)^2\cos\theta\right)$

۲) $\phi(r,\theta)\approx V\left(\frac{1}{2}\left(\frac{a}{r}\right)+\frac{3}{2}\left(\frac{a}{r}\right)^2\cos\theta\right)$

۳) $\phi(r,\theta)\approx V\left(\frac{3}{2}\left(\frac{a}{r}\right)^2\cos\theta+\frac{13}{4}\left(\frac{a}{r}\right)^3\frac{3\cos^2\theta-1}{2}\right)$

۴) $\phi(r,\theta)\approx V\left(\frac{1}{2}\left(\frac{a}{r}\right)+\frac{9}{4}\left(\frac{a}{r}\right)^2\cos\theta+\frac{13}{4}\left(\frac{a}{r}\right)^3\frac{3\cos^2\theta-1}{2}\right)$

۲۹- تابع گرین با شرط مرزی دیریشله برای نقاط داخل یک پوسته کروی به شعاع a کدام است؟

$$\frac{1}{|\vec{x}-z'\hat{z}|}=\sum_{\ell=0}\frac{r_<^\ell}{r_>^{\ell+1}}P_\ell(\cos\theta)$$

۱) $G(\vec{x}\ ,\ z'\hat{z})=\sum_{\ell=0}\left(\frac{r_<^\ell}{r_>^{\ell+1}}-\frac{r^\ell z'^\ell}{a^{2\ell+1}}\right)P_\ell(\cos\theta)$

۲) $G(\vec{x}\ ,\ z'\hat{z})=\sum_{\ell=0}\left(\frac{z'^\ell}{r^{\ell+1}}-\frac{r^\ell z'^\ell}{a^{2\ell+1}}\right)P_\ell(\cos\theta)$

۳) $G(\vec{x}\ ,\ z'\hat{z})=\sum_{\ell=0}\left(\frac{r_<^\ell}{r_>^{\ell+1}}-\frac{r^\ell z'^{\ell+1}}{a^{2\ell+2}}\right)P_\ell(\cos\theta)$

۴) $G(\vec{x}\ ,\ z'\hat{z})=\sum_{\ell=0}\left(\frac{z'^\ell}{r^{\ell+1}}-\frac{r^\ell z'^{\ell+1}}{a^{2\ell+2}}\right)P_\ell(\cos\theta)$

۳۰- یک کره توپر از آهن نرم (محیط خطی) با تراوایی مغناطیسی μ را در میدان مغناطیسی $\vec{B}_0$ که قبل از قرار گرفتن کره در آن یکنواخت است، قرار می‌دهیم. مغناطش (در واحد حجم) القا شده در داخل کره کدام است؟

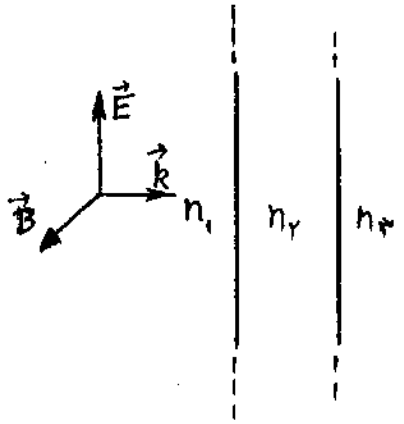
۱) $\frac{۳}{\mu_0}\ \frac{\mu-\mu_0}{۲\mu+\mu_0}\ \vec{B}_0$

۲) $\frac{۳}{\mu_0}\ \frac{\mu-\mu_0}{\mu+۲\mu_0}\ \vec{B}_0$

۳) $\frac{۲}{\mu_0}\ \frac{\mu-\mu_0}{۲\mu+\mu_0}\ \vec{B}_0$

۴) $\frac{۲}{\mu_0}\ \frac{\mu-\mu_0}{\mu+۲\mu_0}\ \vec{B}_0$

۳۱- مطابق شکل دو محیط نیمه نامتناهی عایق با ضرایب شکست n_1 و n_3 محیط عایقی با ضریب شکست n_2 و ضخامت d را احاطه کرده‌اند. یک موج الکترومغناطیسی تخت تک فام با بسامدزاویه‌ای ω از محیط n_1 به طور عمود به مرز ناحیه n_2 می‌تابد. اگر $R = |r|^2$ ضریب بازتاب کل باشد، r چگونه به ضرایب فرنل $r_{ij} = \frac{n_i - n_j}{n_i + n_j}$ مربوط است؟



۱) $r = \frac{r_{12} + r_{23}\, e^{i\frac{\omega n_2 d}{c}}}{1 + r_{12}\, r_{23}\, e^{i\frac{\omega n_2 d}{c}}}$

۲) $r = r_{12} + \frac{r_{12} r_{23}\, e^{i\frac{\omega n_2 d}{c}}}{1 + r_{12}\, r_{23}\, e^{i\frac{\omega n_2 d}{c}}}$

۳) $r = \frac{r_{12} + r_{23}\, e^{i\frac{2\omega n_2 d}{c}}}{1 + r_{12}\, r_{23}\, e^{i\frac{2\omega n_2 d}{c}}}$

۴) $r = r_{12} + \frac{r_{12} r_{23}\, e^{i\frac{2\omega n_2 d}{c}}}{1 + r_{12}\, r_{23}\, e^{i\frac{2\omega n_2 d}{c}}}$

۳۲- میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی کروی در خلاء

$$\vec{E}(\vec{r}\ ,\ t)=\frac{E_\circ}{kr}\left(\cos(kr-\omega t)-\frac{1}{kr}\sin(kr-\omega t)\right)\sin\theta\ \hat{\varphi}$$

است. (r,θ,φ) مختصات کروی یک نقطه از فضا و $E_\circ$ ثابت است. توان تابشی متوسط (در یک دوره تناوب) موج چقدر است؟ $\vec{\nabla}\times(A\hat{\varphi})=\frac{\hat{r}}{r\sin\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}(A\sin\theta)-\frac{\hat{\theta}}{r}\frac{\partial}{\partial r}(rA)$

۱) $4\pi\frac{E_\circ^2}{k\omega\mu_\circ}$

۲) $\frac{4\pi}{3}\frac{E_\circ^2c^2}{\mu_\circ\omega^2}$

۳) $\frac{4\pi}{3}\frac{E_\circ^2}{k\omega\mu_\circ}$

۴) $4\pi\frac{E_\circ^2c^2}{\mu_\circ\omega^2}$

۳۳- برای یک گاز ایده‌آل تک اتمی شامل N ذره هر یک به جرم m در حجم V و دمای T، رابطه بین انرژی داخلی گاز، E، آنتروپی گاز و S، کدام است؟

۱) $E=\frac{3\pi\hbar^2}{m}\frac{N^{4/3}}{V^{2/3}}e^{(\frac{2S}{3NK}-\frac{5}{3})}$

۲) $E=\frac{3\pi\hbar^2}{m}\frac{N^{5/3}}{V^{2/3}}e^{(\frac{2S}{3NK}-\frac{5}{3})}$

۳) $E=\frac{3\pi\hbar^2}{m}\frac{N^{5/3}}{V^{2/3}}e^{(\frac{2S}{5NK}-\frac{5}{3})}$

۴) $E=\frac{3\pi\hbar^2}{m}\frac{N^{4/3}}{V^{2/3}}e^{(\frac{2S}{5NK}-\frac{5}{3})}$

۳۴- یک دستگاه تک ذره‌ای دو حالتی، یکی با انرژی ۰ و دیگری با انرژی ε در تماس گرمایی با منبعی به دمای T در نظر بگیرید. ظرفیت گرمایی، در حجم ثابت این دستگاه کدام است؟

۱) $k\left(\frac{\varepsilon}{kT}\right)^2\operatorname{sech}^2\left(\frac{\varepsilon}{kT}\right)$

۲) $k\left(\frac{\varepsilon}{kT}\right)\frac{e^{\frac{\varepsilon}{kT}}}{\left(e^{\frac{\varepsilon}{kT}}+1\right)^2}$

۳) $k\left(\frac{\varepsilon}{2kT}\right)^2\operatorname{sech}^2\left(\frac{\varepsilon}{2kT}\right)$

۴) $k\left(\frac{\varepsilon}{2kT}\right)\frac{e^{\frac{\varepsilon}{2kT}}}{\left(e^{\frac{\varepsilon}{2kT}}+1\right)^2}$

سوال‌های ۳۵ و ۳۶

۳۵- دو قطبی الکتریکی با گشتاور دو قطبی $\vec{p}_0$ در میدان الکتریکی خارجی و یکنواخت $E_0\hat{z}$ در تماس با منبعی به دمای T در نظر بگیرید، $\vec{p}_0$ هر جهت دلخواهی با $\vec{E}_0$ می‌تواند اختیار کند، $< p_z >$ کدام است؟

۱) $p_0\left(\frac{e^{\frac{-p_0E_0}{kT}}}{1+e^{\frac{-p_0E_0}{kT}}}-\frac{p_0E_0}{kT}\right)$

۲) $p_0\left(\frac{e^{\frac{-2p_0E_0}{kT}}}{1+e^{\frac{-2p_0E_0}{kT}}}-\frac{kT}{p_0E_0}\right)$

۳) $p_0\left(\frac{e^{\frac{-2p_0E_0}{kT}}}{1+e^{\frac{-2p_0E_0}{kT}}}-\frac{kT}{2p_0E_0}\right)$

۴) $p_0\left(\frac{e^{\frac{-p_0E_0}{kT}}}{1+e^{\frac{-p_0E_0}{kT}}}-\frac{2p_0E_0}{kT}\right)$

۳۶- جامدی متشکل از N ملکول در واحد حجم هر یک با گشتاور دو قطبی الکتریکی دائمی p_0 در نظر بگیرید، اگر بر این جامد میدان الکتریکی یکنواخت خارجی E_0 اعمال شود، جامد قطبیده می‌شود. انرژی پتانسیل یک دو قطبی با گشتاور دو قطبی p_0 در میدان الکتریکی E_0 هر مقداری بین $-p_0E_0$ و $+p_0E_0$ می‌تواند داشته باشد. پذیرفتاری الکتریکی این جامد در دمای T $(1 << \frac{p_0E_0}{kT})$ کدام است؟ میدان الکتریکی خارجی $\vec{E}_0$ با میدان ملکولی $\vec{E}_m$ و قطبش $\vec{P}$ به صورت $\vec{E}_m = \vec{E} + \frac{\vec{P}}{3}$ مربوط است.

۱) $\left(\frac{2kT}{Np_0^2}+\frac{1}{3\varepsilon_0}\right)^{-1}$

۲) $\left(\frac{kT}{Np_0^2}+\frac{1}{3\varepsilon_0}\right)^{-1}$

۳) $\left(\frac{kT}{Np_0^2}-\frac{1}{3\varepsilon_0}\right)^{-1}$

۴) $\left(\frac{3kT}{Np_0^2}-\frac{1}{3\varepsilon_0}\right)^{-1}$

۳۷- فشار یک گاز N الکترونی کاملاً تبهگن ($T = ۰$) غیرنسبیتی، آزاد و محبوس در حجم V کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۲۰}(\frac{۳}{\pi})^{\frac{۲}{۳}} \frac{h^۲}{m_e}\left(\frac{N}{V}\right)^{\frac{۵}{۳}}$

۲) $\frac{۱}{۵}(۳\pi^۲)^{\frac{۲}{۳}} \frac{h^۲}{m_e}\left(\frac{N}{V}\right)^{\frac{۵}{۳}}$

۳) $\frac{۱}{۴۰}(\frac{۳}{\pi})^{\frac{۲}{۳}} \frac{h^۲}{m_e}\left(\frac{N}{V}\right)^{\frac{۵}{۳}}$

۴) $\frac{۱}{۱۰}(۳\pi^۲)^{\frac{۲}{۳}} \frac{h^۲}{m_e}\left(\frac{N}{V}\right)^{\frac{۵}{۳}}$

۳۸- برای یک گاز بولتزمن فرا نسبیتی در دمای T متوسط مربع تکانه خطی یک ذره کدام است؟ c سرعت نور در خلاء است.

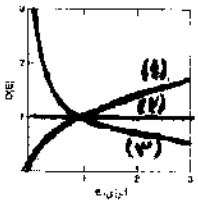
۱) $۳\left(\frac{kT}{c}\right)^۲$

۲) $۶\left(\frac{kT}{c}\right)^۲$

۳) $۹\left(\frac{kT}{c}\right)^۲$

۴) $۱۲\left(\frac{kT}{c}\right)^۲$

۳۹- در شکل زیر نمودار چگالی حالات الکترون‌های رسانش بر حسب انرژی آورده شده است. نمودار (۱) مربوط به ..... نمودار (۲) مربوط به ..... نمودار (۳) مربوط به ..... است.



۱) ماده حجیم (سه بعدی) ـ سیم کوانتومی ـ چاه کوانتومی

۲) ماده حجیم (سه بعدی) ـ چاه کوانتومی ـ سیم کوانتومی

۳) سیم کوانتومی ـ چاه کوانتومی ـ ماده حجیم (سه بعدی)

۴) چاه کوانتومی ـ سیم کوانتومی ـ نقطه کوانتومی

۴۰- اگر $\vec{a}_1 = (\frac{\sqrt{3}}{2}a , \frac{a}{2})$ ، $\vec{a}_2 = (\frac{\sqrt{3}}{2}a , -\frac{a}{2})$ بردارهای پایه شبکهٔ گرافن باشند $\vec{b}_1$ ، $\vec{b}_2$ بردارهای پایه در شبکه وارون آن کدامند؟

۱) $\vec{b}_1 = (\frac{2\pi}{\sqrt{3}a} , \frac{2\pi}{a})$ ، $\vec{b}_2 = (\frac{2\pi}{\sqrt{3}a} , -\frac{2\pi}{a})$

۲) $\vec{b}_1 = (\frac{\pi}{\sqrt{3}a} , \frac{\pi}{a})$ ، $\vec{b}_2 = (\frac{\pi}{\sqrt{3}a} , -\frac{\pi}{a})$

۳) $\vec{b}_1 = (\frac{2\pi}{a} , \frac{\sqrt{3}\pi}{a})$ ، $\vec{b}_2 = (\frac{2\pi}{a} , -\frac{\sqrt{3}\pi}{a})$

۴) $\vec{b}_1 = (\frac{\pi}{\sqrt{3}a} , \frac{\pi}{2a})$ ، $\vec{b}_2 = (\frac{\pi}{\sqrt{3}a} , -\frac{\pi}{2a})$

۴۱- نیمه رسانای GaAs به صورت شبکه الماسی بلوری می‌شود. اگر ثابت شبکه‌ی آن ۰/۶ نانومتر باشد، در هر نانومتر مکعب تقریباً چند عدد از هر نوع اتم وجود دارد؟

۱) ۸ ۲) ۱۸

۳) ۲۸ ۴) ۳۶

۴۲- در نانو ذرات مکعبی مرکز سطحی (FCC) که سه لایه دارند درصد اتم‌های روی سطح تقریباً کدام است؟

۱) ۴۵ ۲) ۵۲

۳) ۶۲ ۴) ۷۶

۴۳- در رابطهٔ شرر $d = \frac{k\lambda}{\beta \cos\theta}$ ، کمیت‌های λ ..... ، β ..... و d ..... هستند.

۱) طول موج پرتو الکترونی ـ فاکتوری که به شکل نانو ذره بستگی دارد ـ اندازه دقیق نانو ذرات

۲) طول موج لیزر تکفام ـ راندمان کوانتومی لیزر ـ اندازه دقیق قطر نانو ذرات

۳) طول موج اشعه x ـ پهنای خط طیفی در شدتی برابر نصف شدت ماکزیمم ـ حد پایینی برای متوسط قطر نانو ذرات

۴) طول موج اشعه x ـ پهنای خط طیفی در شدتی برابر نصف شدت ماکزیمم ـ حد بالایی برای متوسط قطر نانو ذرات

۴۴- در سنتز شیمیایی نانو ذرات، فعال کننده‌های سطحی موادی هستند که کشش سطحی محلول را ..... و موجب ..... نانو ذرات ایجاد شده در مرحله رشد می‌شوند.

۱) کاهش می‌دهند ـ عدم کلوخه‌ای شدن

۲) افزایش می‌دهند ـ کلوخه‌ای شدن

۳) تغییر نمی‌دهند ـ توزیع یکنواخت

۴) تغییر می‌دهند ـ افزایش قطر

۴۵- برای تعیین خلوص یک نمونه از نانو لوله‌های کربنی به طور کیفی و این که آیا این نانو لوله‌ها اکثراً فلزی هستند یا نیمه رسانا کدام آنالیز پیشنهاد می‌شود؟

۱) AFM

۲) TEM

۳) SEM

۴) طیف نگاری رامان